



ESTADO DE MATO GROSSO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO JANI VANINI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS



DIVERSIDADE DE ANFÍBIOS NO NORTE DA BACIA DO ALTO PARAGUAI, MATO GROSSO, BRASIL

VANCLEBER DIVINO SILVA ALVES

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Doutor.

CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2023

VANCLEBER DIVINO SILVA ALVES

**Diversidade de anfíbios no norte da Bacia do Alto
Paraguai, Mato Grosso, Brasil**

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Dionei José da Silva

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2023**

VANCLEBER DIVINO SILVA ALVES

**DIVERSIDADE DE ANFÍBIOS NO NORTE DA BACIA DO ALTO
PARAGUAI, MATO GROSSO, BRASIL**

Essa Tese foi julgada e **APROVADO** como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Cáceres, 26 de maio de 2023.

Banca examinadora

Prof. Dr. Miquéias Ferrão da Silva Junior
Universidade Federal do Amazonas
(Membro Externo)

Prof. Dr. Matheus de Oliveira Neves
Universidade Federal de Mato Grosso
(Membro Externo)

Prof. Dr. Claumir Cesar Muniz
Universidade do Estado de Mato Grosso
(Membro interno)

Prof. Dr. Manoel dos Santos Filho
Universidade do Estado de Mato Grosso
(Membro interno)

Dr. Rafael de Assis Barros
Universidade do Estado de Mato Grosso
(Suplente)

Prof. Dr. Dionei José da Silva
Universidade do Estado de Mato Grosso
(Orientador)

CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2023

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

S586d	ALVES, Vancleber Divino Silva. Diversidade de Anfíbios no Norte da Bacia do Alto Paraguai, Mato Grosso, Brasil / Vancleber Divino Silva Alves – Cáceres, 2023. 100 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim) Trabalho de Conclusão de Curso (Tese/Doutorado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Doutorado) Ciências Ambientais, Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas, Câmpus de Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2023. Orientador: Dionei José da Silva 1. Anuros. 2. Conservação. 3. Pantanal. 4. Rio Paraguai. I. Vancleber Divino Silva Alves. II. Diversidade de Anfíbios no Norte da Bacia do Alto Paraguai, Mato Grosso, Brasil: . CDU 597.6(817.2)
-------	---



Universidade do Estado de Mato Grosso
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS - CAC

ATA Nº 1

Aos 26 dias do mês de maio, do ano de dois mil e vinte e três, às 14 horas, de forma virtual, realizou-se a Defesa doutorando Vancleber Divino Silva Alves como parte das exigências para obtenção do título de Doutor, com a versão final da tese) intitulada: DIVERSIDADE DE ANFÍBIOS NO NORTE DA BACIA DO ALTO PARAGUAI, MATO GROSSO, BRASIL do Curso de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais, perante a banca examinadora, composta pelos(as) examinadores listados abaixo, onde a sessão foi aberta pelo presidente Prof. Dr. Dionei José da Silva e, após apresentação, o discente foi arguida pela Banca Examinadora. Em sessão secreta foi decidido o resultado da defesa, sendo o discente considerado APROVADO. Encerrada a sessão secreta, o Presidente informou o resultado. Nada mais havendo a tratar, eu, Presidente da banca, lavrei a presente ata que assino juntamente com os membros da Banca Examinadora. Para a obtenção do título ainda é necessário o cumprimento das exigências contidas no Regimento do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais - Resolução n.º 10/2026-CONSUNI.

Dr. MATHEUS DE OLIVEIRA NEVES, UFMT

Examinador Externo à Instituição

Dr. MIQUÉIAS FERRÃO DA SILVA JUNIOR, UFAM

Examinador Externo à Instituição

Dr. CLAUMIR CESAR MUNIZ, UNEMAT

Examinador Interno

Dr. MANOEL DOS SANTOS FILHO, UNEMAT

Examinador Interno

Dr. DIONEI JOSE DA SILVA, UNEMAT

Presidente

VANCLEBER DIVINO SILVA ALVES

Doutorando

AGRADECIMENTOS

À **UNEMAT**, por promover capacitação profissional/pessoal. Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais** pela oportunidade na concepção do título de doutor, junto uma equipe de professores habilitada e competente.

Ao Projeto em **Rede Erosão da Biodiversidade** por proporcionar e viabilizar as coletas necessárias na construção da tese. Além da grande experiência pessoal e profissional, onde conheci uma equipe de pesquisadores muito especiais, que pretendo levar para várias trajetórias de pesquisas.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso** pelo financiamento do projeto em Rede Erosão da Biodiversidade e pela disponibilidade da bolsa de Apoio Técnico à Pesquisa, que foi essencial na formação profissional.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior** pela bolsa de Doutorado, DS (Programa de Demanda Social).

Ao **CELBE**, por proporcionar um ambiente satisfatório e com suporte para o desenvolvimento da pesquisa. Também agradeço a coordenadora **Dra. Áurea Regina Alves Ignácio** pela eficiência e agilidade durante todo curso do Doutorado.

Ao Professor Orientador **Dr. Dionei José da Silva** pela amizade, competência e agilidade durante toda essa construção acadêmica, onde em minhas futuras ações profissionais, pretendo me espelhar em suas atitudes, principalmente por sempre agir com respeito, motivação e perspectivas futuras.

Ao Professor **Dr. Manoel dos Santos Filho** pela confiança e oportunidade de integrar o projeto em rede erosão da biodiversidade, contemplando-me com uma terceira orientação, acompanhando e viabilizando mais essa conquista acadêmica.

Aos professores **Claumir Cesar Muniz** e **Maria Antônia Carnielo** pelas contribuições nas coletas e à professora **Christine Strüssmann** por compartilhar sua experiência e auxiliar na identificação dos espécimes coletados.

Aos grandes colegas do Projeto Erosão **Jéssica, Thatiane, Odair, Olinda, Ana Paula, Bruno, Almério, Sebastião, Joselaine, Rosana e Cleidiane** pelas contribuições nessa caminhada, uns mais outros menos, mas todos mostraram interesse em me ajudar. Grato também aos grandes colegas que me apoiaram durante o doutorado, em especial para **Mariany de Fátima Rocha Seba** e **Eder Correa Fermiano**.

Em nome de **Daniel Luis Z. Kantek**, agradeço ao **ICMBio** pela concessão das licenças e pelo apoio logístico nas coletas de dados na Estação Ecológica de Taiaí. Da mesma forma agradeço ao Diego, Jânio, Reis e à gerência do Hotel Recanto do Dourado e da fazenda Morrinhos que contribuíram de forma extraordinária para a logística de cada expedição em campo.

São inúmeras as necessidades que passei e as ajudas que tive, peço desculpa aos nomes não mencionados, mas sou inteiramente grato. Agradeço a **Deus** por sempre me abençoar e à **minha família** por consecutivamente me dar suporte em minhas jornadas.

Grato a todos!

ÍNDICE

Listas de tabelas.....	8
Listas de figuras.....	9
Resumo.....	10
Abstract.....	12
Introdução Geral.....	13
Referências Bibliográficas.....	15
ARTIGO I – Variações no relevo conduzem a padrões de diversidade em assembleias de anuros no Pantanal brasileiro.....	19
Resumo.....	20
Introdução.....	20
Métodos.....	22
Área de estudo.....	23
Amostragem.....	23
Traços funcionais.....	25
Análise de dados.....	25
Resultados.....	28
Discussão.....	32
Conclusões.....	35
Referências.....	37
Informações de apoio.....	52
ARTIGO II – Diversidade de anfíbios: Onde tudo começa a inundar, Município de Cáceres, Pantanal Norte, Centro-Oeste do Brasil.....	54
Resumo.....	54
Introdução.....	55
Materiais e Métodos.....	57
Local de estudo.....	57
Coleta de dados.....	58
Resultados.....	60
Discussão.....	63
Diversidade regional de anfíbios.....	63
Atualizações de distribuição geográfica.....	64

Conclusão.....	65
Reconhecimentos.....	66
Referências.....	66
Apêndice I.....	75
ARTIGO III – Representatividade de anfíbios na Coleção Herpetológica CELBE/UNEMAT para região norte da Bacia do Alto rio Paraguai, Brasil.....	78
Resumo.....	78
Abstract.....	79
Introdução.....	80
Materiais e Métodos.....	81
Resultados.....	83
Discussão.....	89
Reconhecimentos.....	90
Referências.....	90
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97

LISTAS DE TABELAS

ARTIGO I - Diferença na altitude molda a diversidade de anfíbios terrestres que habitam florestas ripárias do rio Paraguai, Pantanal brasileiro

Tabela 1.....32

ARTIGO II - Diversidade de anfíbios: Onde tudo começa a inundar, município de Cáceres, Pantanal Norte, Centro-Oeste do Brasil

Tabela 1.....59

Tabela 2.....72

Tabela 3 (Apêndice I) 75

ARTIGO III - Representatividade de anfíbios na Coleção Herpetológica CELBE/UNEMAT para região norte da Bacia do Alto rio Paraguai, Brasil

Tabela 1.....85

LISTAS DE FIGURAS

ARTIGO I - Diferença na altitude molda a diversidade de anfíbios terrestres que habitam florestas ripárias do rio Paraguai, Pantanal brasileiro

Figura 1.....	24
Figura 2.....	29
Figura 3.....	30
Figura 4.....	31

ARTIGO II - Diversidade de anfíbios: Onde tudo começa a inundar, município de Cáceres, Pantanal Norte, Centro-Oeste do Brasil

Figura 1.....	58
Figura 2.....	62
Figura 3.....	63

ARTIGO III - Representatividade de anfíbios na Coleção Herpetológica CELBE/UNEMAT para região norte da Bacia do Alto rio Paraguai, Brasil

Figura 1.....	82
Figura 2.....	88

RESUMO

SILVA-ALVES, Vancleber Divino. **Diversidade de anfíbios no norte da Bacia do Alto Paraguai, Mato Grosso, Brasil**. Cáceres: UNEMAT, 2023. 102.p (Tese – Doutorado em Ciências Ambientais)¹

Os anfíbios se destacam como grupo de vertebrados com maior nível de ameaça e déficit de estudos de conservação em escala global. O Brasil possui a maior diversidade de anfíbios do mundo e corresponde ao país com mais oportunidades de descobertas de novas espécies. Essa condição do Brasil está intimamente relacionada, entre outros fatores, à sua grande extensão territorial. Dentre as regiões com conhecimento em construção sobre a diversidade e conservação de anfíbios, trazemos a Bacia do Alto Paraguai (BAP), que possui a maior área úmida do mundo, o Pantanal. Aqui, avalio a diversidade e conservação de anfíbios com foco no norte da BAP, Mato Grosso, Brasil. Para fornecer informações sobre diversidade e conservação de anfíbios nessa região, a tese foi dividida em três capítulos. No capítulo 1, procuramos entender como a diversidade taxonômica, funcional e filogenética das assembleias de anuros terrestres estão estruturadas na região norte do Pantanal e planalto do entorno. Na comparação entre os ambientes mais altos (planalto) e mais baixos (planícies) em relação ao nível do mar. As assembleias do planalto foram funcional e filogeneticamente mais diversas, enquanto as assembleias de planície foram mais semelhantes em ambos os aspectos, isso devido à forte influência do pulso de inundação que limitam a ocorrência de várias espécies nesta região do Pantanal. O capítulo 2, tem como objetivo compilar informações sobre espécies de anfíbios que ocorrem nos limites do município de Cáceres. Foram encontradas 49 espécies de anfíbios com ocorrência para o município de Cáceres. Dentre as espécies, 48 pertencem à ordem Anura e uma à ordem Gymnophiona. Os resultados aqui apresentados destacam o município de Cáceres como uma das áreas mais ricas em espécies de anfíbios para a região do Pantanal Norte e ampliam o conhecimento sobre a distribuição de anfíbios. No capítulo 3, apresentamos um panorama da riqueza de espécies de anfíbios para seis municípios da região norte da BAP. Foram registradas 53 espécies de anfíbios, distribuídas em 23 gêneros e nove famílias. Por fim, o resultado da tese destaca que a região norte da BAP como um todo, apresenta uma riqueza de 67 espécies de anfíbios, que representa 35% da riqueza conhecida para o estado de Mato Grosso e 59% das espécies que ocorrem em toda a BAP. Segunda a classificação da União Internacional para a Conservação da Natureza, há um desconhecimento sobre o grau de ameaça de cerca de 20% das espécies que ocorrem na região norte da BAP. Destacamos o planalto de entorno como fonte de diversidade de anfíbios para região e ressaltamos a necessidade de medidas conservacionistas direcionadas a esses ambientes, devido serem as porções

¹ Orientador: Prof. Dr. Dionei José da Silva (UNEMAT, campus Cáceres)

mais atingidas, historicamente, pela demanda socioeconômica e serem cruciais para manutenção da maior área úmida do mundo, o Pantanal.

Palavras-chave: Anuros, Conservação, Pantanal, rio Paraguai.

ABSTRACT

SILVA-ALVES, Vancleber Divino. **Diversity of amphibians in the north of the Upper Paraguay Basin, Mato Grosso, Brazil.** Cáceres: UNEMAT, 2023. 102.p (Thesis –PhD in Environmental Science)¹

Amphibians stand out as a group of vertebrates with the highest level of threat and lack of conservation studies on a global scale. Brazil has the greatest diversity of amphibians in the world and corresponds to the country with the most opportunities for discovering new species. This condition of Brazil is closely related, among other factors, to its large territorial extension. Among the regions with knowledge under construction on the diversity and conservation of amphibians, we bring the Upper Paraguay Basin (BAP), which has the largest wetland in the world, the Pantanal. Here, I evaluate the diversity and conservation of amphibians with a focus on the north of the BAP, Mato Grosso, Brazil. To provide information on diversity and conservation of amphibians in this region, the thesis was divided into three chapters. In chapter 1, we seek to understand how the taxonomic, functional and phylogenetic diversity of terrestrial anuran assemblages are structured in the northern region of the Pantanal and surrounding plateau. In the comparison between the highest (plateau) and lowest (plains) environments in relation to sea level. The plateau assemblages were functionally and phylogenetically more diverse, while the lowland assemblages were more similar in both aspects, due to the strong influence of the flood pulse that limits the occurrence of several species in this region of the Pantanal. Chapter 2 aims to compile information on amphibian species that occur in the limits of the municipality of Cáceres. Forty-nine species of amphibians with occurrence for the municipality of Cáceres were found. Among the species, 48 belong to the order Anura and one to the order Gymnophiona. The results presented here highlight the municipality of Cáceres as one of the richest areas in amphibian species for the North Pantanal region and expand knowledge about the distribution of amphibians. In chapter 3, we present an overview of amphibian species richness for six municipalities in the northern region of BAP. 53 species

of amphibians, distributed in 23 genera and nine families, were registered. Finally, the result of the thesis highlights that the northern region of the BAP as a whole, presents a richness of 67 species of amphibians, which represents 35% of the known richness for the state of Mato Grosso and 59% of the species that occur throughout BAP. According to the classification of the International Union for Conservation of Nature, there is a lack of knowledge about the degree of threat of about 20% of the species that occur in the northern region of the BAP. We highlight the surrounding plateau as a source of amphibian diversity for the region and emphasize the need for conservation measures aimed at these environments, since they are the most affected portions, historically, by socioeconomic demand and are crucial for the maintenance of the largest wetland in the world, the Pantanal.

Key words: Anurans, Conservation, Pantanal, Paraguay River.

INTRODUÇÃO GERAL

Os anfíbios se destacam com o maior déficit em estudos de conservação, em um cenário global (Lawler et al., 2006; Moura e Jetz, 2021), inclusive na América do Sul (Christie et al., 2020) e especialmente no Brasil (Campos et al., 2014). O Brasil abriga a maior diversidade de anfíbios do mundo com 1.223 espécies (Segalla et al., 2021; Frost, 2023). Essa riqueza pode ser ainda maior, pois dentre as lacunas taxonômica e geográfica de espécies de vertebrados terrestres, o país surge como detentor das maiores oportunidades de descoberta de espécies de anfíbios do mundo (Moura e Jetz, 2021). Essa condição do Brasil está intimamente relacionada, entre outros fatores, à sua grande extensão territorial e carência de recursos humanos (Silva et al., 2020), levando a um déficit de informações em muitas localidades.

Uma das regiões com conhecimento ainda limitado e em construção sobre a diversidade e conservação de anfíbios, compõe a Bacia do Alto Paraguai (BAP). A BAP tem extensão territorial superior a 548.000 km², sendo 67% (368.656 km²) localizada no Brasil, nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, e o restante na Bolívia e Paraguai (Alho, 2005). Ademais, para esta área são relatadas 113 espécies de anfíbios, podendo essa riqueza ser ainda maior devido às lacunas de conhecimento existentes na região (Neves et al., 2020). No cenário atual, 20% das espécies de anfíbios que ocorrem na BAP apresentam algum grau de ameaça de extinção (Neves et al., 2020; IUCN, 2021), o que aumenta a importância da região para a conservação desse grupo.

Na BAP, as maiores preocupações são o processo de uso e ocupação do solo que converteu grandes áreas de vegetação natural, principalmente para a pecuária e agricultura (Alho et al., 2019), e os incêndios florestais (Mataveli et al., 2021; Tomas et al., 2021). Estes processos simplificam a paisagem, resultando na homogeneidade de habitat, o que pode direcionar a competição por limitar os recursos e a capacidade fisiológica das espécies (Webb et al., 2002; Tews et al., 2004; Bitar et al., 2015; Blanco-Torres et al., 2020). Além disso, pode alterar a

comunidade com substituições de espécies mais generalistas e perda daquelas com requerimento de habitats específicos (Dorado-Rodrigues et al., 2015; Silveira et al., 2018). Esse processo traz perda nos serviços ecossistêmicos prestados pelo conjunto de espécies, como por exemplo: controle de pragas agrícolas (Oza, 1990) e vetores de doenças (Raghavendra et al., 2008), deseutrofização de corpos d'água (Toledo et al., 2010) e potenciais substâncias farmacêuticas (Camargo, 2005).

As comunidades podem ser estruturadas por processos ambientais (Chase, 2003), ecológicos (Leibold, 1998), evolutivos (Tofts e Silvertown, 2000; Ackerly, 2003) e históricos (Weinstein et al., 2014; Sobral e Cianciaruso, 2016). A importância de cada um desses processos geralmente difere entre as dimensões da biodiversidade (Cilleros et al., 2016), assim como, entre diferentes escalas geográficas (Weinstein et al., 2014; Sobral e Cianciaruso, 2016). Dessa forma, entender como esses processos influenciam na biodiversidade pode nos permitir a compreensão de como as comunidades estão estruturadas (Swenson et al., 2012), e sua história e relação evolutiva (Webb, 2000; Webb et al., 2002; Emerson e Gillespie, 2008). Além disso, permitem elencar a importância da conservação de determinadas espécies para os processos do ecossistema (Larsen et al., 2005; Mouillot et al., 2013).

As análises de diversidade mais indicadas, são as que abordam aspectos funcionais e evolutivos permitindo uma compreensão mais completa da comunidade ecológicas (Pabijan et al., 2020). As medidas de diversidade filogenética permitem analisar como diferentes mecanismos influenciam a estrutura evolutiva das assembleias (Webb, 2000; Webb et al., 2002). Já a diversidade funcional permite analisar diferenças entre as assembleias, por meio dos atributos ecológicos das espécies (Tilman, 2001; Petchey e Gaston, 2006), identificando o papel de cada espécie nos processos ecossistêmicos. A ausência dessas informações dificulta possíveis medidas mitigadoras frente às atividades antrópicas que promovem extinções de espécies, devido a alterações ambientais (Sekercioglu, 2012; Pabijan et al., 2020) e, com isso, designa um cenário de preocupação frente à deficiência

de dados disponíveis para a compreensão e conservação da fauna de anfíbios (Christie et al., 2020).

Para compreender a diversidade de anfíbios em diversas escalas geográficas, assim como para BAP, a agregação de dados de campo, literatura e coleções zoológicas são eficientes fontes de dados e fornecem importante diagnóstico (Vivo et al. 2014; Souza et al. 2017; Neves et al. 2020). Visando contribuir para a conservação de anfíbios na região do Pantanal, avaliamos a diversidade de anuros com foco no norte da BAP, Mato Grosso, Brasil.

O conjunto de dados desta tese foi dividido em três capítulos: (1) “Diferença na altitude molda a diversidade de anfíbios terrestres que habitam florestas ripárias do rio Paraguai, Pantanal brasileiro”, submetido à revista *Biotropica*; (2) “Diversidade de anfíbios: Onde tudo começa a inundar, município de Cáceres, Pantanal Norte, Centro-Oeste do Brasil”, aceito para publicação na revista *Papéis Avulsos de Zoologia*; e (3) “Representatividade de anfíbios na Coleção Herpetológica CELBE/UNEMAT para região norte da Bacia do Alto rio Paraguai, Brasil”, aceito na *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*. O presente estudo está inserido no projeto “Erosão da biodiversidade na Bacia do Alto Paraguai: impactos do uso da terra na estrutura da vegetação e comunidade de vertebrados terrestres e aquáticos”. O projeto conta com apoio financeiro da FAPEMAT, aprovado no edital nº 037/2016 - Redes de Pesquisa em Mato Grosso com termo de concessão sob nº. 0589188/2016.

REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERLY, D. D. Community assembly, niche conservatism and adaptive evolution in changing environments. **International Journal of Plant Sciences**, v. 164, p. 165-184. 2003.

ALHO, C. J. R. **The Pantanal**. p. 203-271. In: Fraser, L.H., Keddy, P.A. The world's largest wetlands: ecology and conservation, Cambridge University Press. 2005.

ALHO, C. J. R.; MAMEDE, S. B.; BENITES, M.; ANDRADE B. S.; SEPÚLVEDA J. J. O. Threats to the biodiversity of the Brazilian Pantanal due to land use and occupation. **Ambiente & Sociedade**, v. 22, 2019.

BLANCO-TORRES, A.; BONILLA, M. A.; CAGNOLO, L. Habitat modification effects on anuran food webs in the Colombian tropical dry forest. **Food Webs**, v. 22, 2020.

BITAR, Y. O. C.; JUEN, L.; PINHEIRO, L. C.; SANTOS-COSTA, M. C. Anuran Beta Diversity in a Mosaic Anthropogenic Landscape in Transitional Amazon. **Journal of Herpetology**, v. 49, 2015.

CAMARGO, A. C. M. Perspective for pharmaceutical innovation in Brazil – Center for Applied Toxinology (CEPID- Center for Research, Innovation and Dissemination - FAPESP). **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 11, n. 4, p. 384-390. 2005.

CAMPOS, F. S.; BRITO, D.; SOLÉ, M. Diversity patterns, research trends and mismatches of the investigative efforts to amphibian conservation in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, p. 1873-1886. 2014.

CHASE, J. M. Community assembly: when should history matter? **Oecologia**, v. 136, p. 489-498. 2003.

CHRISTIE, A. P.; AMANO, T.; MARTIN, P. A.; PETROVAN, S. O.; SHACKELFORD, G. E.; SIMMONS, B. I.; SMITH, R. K.; WILLIAMS, D. R.; WORDLEY, C. F. R.; SUTHERLAND, W. J. The challenge of biased evidence in conservation. **Conservation Biology**, v. 35, p. 249-262. 2020.

CILLEROS, K.; ALLARD, L.; GRENOUILLET, G.; BROSSE, S. Taxonomic and functional diversity patterns reveal different processes shaping European and Amazonian stream fish assemblages. **Journal of Biogeography**, v. 43, p. 1832-1843. 2016.

DORADO-RODRIGUES, T. F.; LAYME, V. M. G.; SILVA, F. H. B.; NUNES DA CUNHA, C.; STRÜSSMANN, C. Effects of shrub encroachment on the anuran community in periodically flooded grasslands of the largest Neotropical wetland. **Austral Ecology**, v. 40, p. 547-557. 2015.

EMERSON, B. C.; GILLESPIE, R. G. Phylogenetic analysis of community assembly and structure over space and time. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 23, p. 619-630. 2008.

FROST, D. R. **Amphibian Species of the World**. American Museum of Natural History. New York, USA. 2023.

IUCN – **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2020-2. 2021.

LARSEN, T. H.; WILLIAMS, M. N.; KREMEN, C. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. **Ecology Letters**, v. 8, p. 538-547. 2005.

LAWLER, J. J.; AUKEMA, J. E.; GRANT, J. B.; HALPERN, B. S.; KAREIVA, P.; NELSON, C. R.; OHLETH, K.; OLDEN, J. D.; SCHLAEPFER, M. A.; SILLIMAN, B. R.; ZARADIC, P. Conservation science: a 20-year report card. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 4, p. 473-480. 2006.

LEIBOLD, M. Similarity and local coexistence of species in regional biotas. **Evolutionary Ecology**, v. 12, p. 95-100. 1998.

MATAVELI, G. A. V.; PEREIRA, G.; OLIVEIRA, G.; SEIXAS, H. T.; CARDOZO, F. S.; SHIMABUKURO, Y. E.; KAWAKUBO, F. S.; BRUNSELL, N. A. 2020 Pantanal's widespread fire: short- and long-term implications for biodiversity and conservation. **Biodiversity and Conservation**, v. 30, p. 3299-3303. 2021.

MOUILLOT, D.; BELLWOOD, D. R.; BARALOTO, C.; CHAVE, J.; GALZIN, R.; HARMELIN-VIVIEN, M.; KULBICKI, M.; LAVERGNE, S.; LAVOREL, S.; MOUQUET, N.; PAINE, C. E. T.; RENAUD, J.; THUILLER, W. Rare Species Support Vulnerable Functions in High-Diversity Ecosystems. **PLoS Biology**, v. 11. 2013

MOURA, M. R.; JETZ, W. Shortfalls and opportunities in terrestrial vertebrate species discovery. **Nature Ecology & Evolution**, v. 5, p. 631-639. 2021.

NEVES, M. O.; CABRAL, H.; PEDROZO, M.; FERREIRA, V. L.; MOURA, M.; SANTANA, D. J. Dataset of occurrences and ecological traits of amphibians from Upper Paraguay River Basin, central South America. **Nature Conservation**, v. 41, p. 71-89. 2020.

OZA, G. M. Ecological effects of the frog's legs trade. **Environmentalist**, v. 10, n. 1, p.39-42. 1990.

PABIJAN, M.; PALOMAR, G.; ANTUNES, B.; ANTOŁ, W.; ZIELIŃSKI, P.; BABIK, W. Evolutionary principles guiding amphibian conservation. **Evolutionary Applications**, v. 13, p. 857-878. 2020.

PETCHEY, O. L.; GASTON, K. J. Functional diversity: back to basics and looking forward. **Ecology Letters**, v. 9, p. 741-758. 2006.

RAGHAVENDRA, K.; SHARMA, P.; DASH, A. P. Biological control of mosquito populations through frogs: opportunities & constrains. **Indian Journal of Medical Research**, v. 128, p. 22-25. 2008.

SEGALLA, M. V.; BERNECK, B.; CANEDO, C.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C.A.G.; GARCIA, P. C. A.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; LOURENÇO, A. C. C.; MÂNGIA, S.; MOTT, T.; NASCIMENTO, L. B.; TOLEDO, L. F.; WERNECK, F. P.; LANGONE, J. A. List of Brazilian Amphibians. **Herpetologia Brasileira**, v. 10, p. 121-216. 2021

SEKERCIOGLU, C. H. Bird functional diversity and ecosystem services in tropical forests, agroforests and agricultural areas. **Journal of Ornithology**, v. 153, p. 153-161. 2012.

SILVA, L. A.; CARVALHO, P. S.; PEREIRA, E. A.; FADEL, R. M.; DANTAS, S. P.; BRANDÃO, R. A.; SANTANA, D. J. Richness, diversity patterns, and taxonomic notes of amphibians from the Tocantins state. **Biota Neotropica**, v. 20. 2020.

SILVEIRA, L. F.; BEISIEGEL, B. M.; CURCIO, F. F.; VALDUJO, P. H.; DIXO, M.; VERDADE, V. K.; MATTOX, G. M. T.; CUNNINGHAM, P. T. M. Para que servem os inventários de fauna?. **Estudos Avançados**, v. 24, p. 173-207. 2010.

SOBRAL, F. L.; CIANCIARUSO, M. V. Functional and phylogenetic structure of forest and savanna bird assemblages across spatial scales. **Ecography**, v. 39, p. 533-541. 2016.

SWENSON, N. G. **Functional and phylogenetic ecology in R**. New York: Springer, 2014. 217 pp.

TEWS, J., BROSE, U., GRIMM, V. TIELBÖRGER, K., WICHMANN, M. C., SCHWAGER, M.; JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, v. 31, p. 79-92. 2004.

TILMAN, D. Functional diversity. **Encyclopedia of diversity**, v. 3, p. 109-121. 2001.

TOFTS, R.; SILVERTOWN, J. A phylogenetic approach to community assembly from a local species pool. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 267, p. 363-369. 2000.

TOLEDO, L. F.; CARVALHO-E-SILVA, S. P.; SÁNCHEZ, C.; ALMEIDA, M. A.; HADDAD, C. F. B. A revisão do Código Florestal Brasileiro: impactos negativos para a conservação dos anfíbios. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 35-38. 2010.

TOMAS, W. M., BERLINCK, C. N., CHIARAVALLOTI, R. M., et al. Counting the dead: 17 million vertebrates directly killed by the 2020's wildfires in the Pantanal wetland, Brazil. **Scientific reports**, v. 11, p. 1-16. 2021.

VIVO, M. D.; SILVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, F. O. Reflexões sobre coleções zoológicas, sua curadoria e a inserção dos museus na estrutura universitária brasileira. **Arquivos de Zoologia**, v. 45, p. 105-113. 2014.

WEBB, C. O. Exploring the phylogenetic structure of ecological communities: an example for rain forest trees. **The American Naturalist**, v. 156, p. 145-155. 2000.

WEBB, C. O.; ACKERLY, D. D.; MCPEEK, M. A.; DONOGHUE, M. J. Phylogenies and community ecology. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 33, p. 475-505. 2002.

WEINSTEIN, B. G.; TINOCO, B.; PARRA, J. L.; BROWN, L. M.; MCGUIRE, J. A.; GARY STILES, F.; GRAHAM, C. H. Taxonomic, phylogenetic, and trait beta diversity in south American hummingbirds. **American Naturalist**, v. 184, p. 211-224. 2014.

ZAHER, H.; YOUNG, P. S. As coleções zoológicas brasileiras: panorama e desafios. **Ciência e Cultura**, v. 55, p. 24-26. 2003.

Variações no relevo conduzem a padrões de diversidade em assembleias de anuros no Pantanal brasileiro

[Artigo submetido à revista Biotropica]

Vancleber Divino Silva-Alves^{1,2}, Odair Diogo da Silva^{1,2}, Thatiane Martins da Costa^{1,2}, Jessica Rhaiza Mudrek^{2,3}, Almério Camara Gusmão^{1,2} e Dionei José da Silva^{1,2}

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

² Rede Erosão da Biodiversidade no Pantanal, Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade, Etnobiologia do Pantanal (CELBE), Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

³ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade (PPG-ECB), Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

Correspondente

Vancleber D. Silva-Alves, CELBE: Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade, Etnobiologia do Pantanal, Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, Brazil. Email: vancleber.silva@unemat.br

Resumo

As comunidades podem ser estruturadas por processos ambientais, evolutivos e históricos que podem diferir entre as dimensões da biodiversidade. Aqui, analisamos como as variações no relevo influenciam a diversidade taxonômica, funcional e filogenética das assembleias de anuros terrestres no Pantanal Norte, Brasil. As capturas foram realizadas usando armadilhas de queda em nove pontos de amostragem em planalto e 15 em planície. Para examinar como o relevo influencia as assembleias de anuros, usamos diferentes medidas de diversidade taxonômicas (riqueza de espécies - SR), funcionais (riqueza funcional - FRic, dispersão funcional - FDis, redundância funcional - FR) e filogenéticas (diversidade filogenética - SES.PD, variabilidade filogenética - PSV). Registramos 646 indivíduos de anuros distribuídos em 17 espécies e cinco famílias. A composição de anuros diferiu entre áreas de planície e planalto. Da mesma forma, FRic, FDis, FR, SES.PD e PSV também diferiram entre áreas de planície e planalto, com maiores valores de FRic, FDis, SES.PD e PSV sendo atribuídos a conjuntos de planalto, e maiores valores de FR encontrados em planície. As assembleias de planalto foram funcional e filogeneticamente mais diversas, enquanto as assembleias de planície foram mais semelhantes em ambos os aspectos, devido à forte inundação por tempos maiores que pode limitar a ocorrência de várias espécies nesta região do Pantanal. A conversão da vegetação natural em terras agrícolas provavelmente está modificando as assembleias e levando a perdas significativas nas funções ecológicas e na história evolutiva dessas espécies. Isso demonstra a importância de ações de conservação que visem proteger não apenas as espécies, mas também suas funções ecológicas, características filogenéticas e diversidade filogenética nesta região de incrível biodiversidade.

Palavras-chave: Anfíbios, conservação, planície, planaltos, áreas úmidas.

Key words: Amphibian, conservation, floodplains, highlands, wetland.

1. INTRODUÇÃO

O Pantanal é um dos maiores ecossistemas de área úmida do mundo (Alho & Sabino, 2011). Esse ecossistema é completamente dependente do pulso de inundação, sua dinâmica hídrica é proveniente das precipitações regionais e da água que desce dos planaltos de entorno, por meio de córregos e rios (Alho & Sabino, 2012; Wantzen et al., 2005). A variação do relevo nas bacias hidrográficas, juntamente com outros fatores ambientais, desempenha importante papel na estruturação da biodiversidade (Irvine et al., 2022; Nali et al., 2020), onde os rios atuam como importantes corredores ecológicos para as espécies (Dória et al., 2018; Moraes et al., 2022).

O rio Paraguai é o principal canal de drenagem do Pantanal, com suas nascentes localizadas nos planaltos de entorno, totalizando uma extensão de 2.621 km dentro da Bacia Hidrográfica do Paraguai (Gonçalves et al., 2011; Lázaro et al., 2020). Essas características fazem desse rio um sistema fluvial capaz de conectar de forma direta ambientes de maior altitude (planalto) com áreas inundáveis de menor altitude (planície) (Gonçalves et al., 2011). O rio Paraguai também é caracterizado por paisagens heterogêneas, sendo as florestas ripárias uma de suas principais fisionomias florestais (Damasceno-Junior et al., 2005; Silva et al., 2020). Essas florestas ripárias variam de acordo com o relevo da região, sendo mais diversas (heterogêneas) nos planaltos e mais semelhantes (homogêneas) nas planícies (Silva et al., 2020). Ambientes geologicamente heterogêneos — como o curso do rio Paraguai — contribuem para que processos históricos e evolutivos influenciem a biodiversidade da região (Rahbek et al., 2019a, b).

Variações no relevo e no gradiente altitudinal caracterizam os ambientes de planalto e planície e, pequenas variações nesses fatores são capazes de moldar sistemas ecológicos inteiros, devido à influência do pulso de inundação no Pantanal (Mercante et al., 2011). A influência dessa dinâmica de inundação e da diversidade de habitats do bioma sobre a biodiversidade regional pode ser observada nas comunidades arbóreas (Olivo-Neto et al., 2020; Silva et al., 2020), aves (Frota et al., 2020), mamíferos (Lázaro et al., 2013), peixes (Silva et al., 2021) e anfíbios anuros (Moreira et al., 2017).

Os anuros são excelentes modelos para estudos ecológicos porque são bons indicadores ambientais, respondendo diferentemente a variações espaciais, temporais e/ou climáticas (Ceron et al., 2020; Sumanasekara et al., 2015; Winter et al., 2016), e porque algumas espécies têm capacidades limitadas de dispersão (Green, 2003). Esses organismos também fornecem diversos serviços ecossistêmicos, como controle biológico, ciclagem de nutrientes, dispersão de sementes e como presas para outras espécies (Blaustein et al., 2011; Cortés-Gomes et al., 2015; Valencia-Aguilar et al., 2013) e são essenciais para o equilíbrio ecossistêmico (Hocking & Babbitt, 2014).

Entender como as assembleias de anuros estão estruturadas em diferentes ambientes do Pantanal pode elucidar como as diferenças no relevo e, conseqüentemente, a influência das variações hídricas e de habitats moldam os padrões de diversidade desses organismos. O uso conjunto de diferentes medidas de diversidade (taxonômica, funcional e filogenética) fornece uma visão holística e mais completa dos mecanismos que estruturam as comunidades em diferentes ambientes e regiões (Sobral & Cianciaruso, 2016; Weinstein et al., 2014).

As medidas de diversidade funcional permitem analisar diferenças entre as assembleias, quantificando atributos ecológicos e morfofisiológicos de diferentes espécies (Petchey & Gaston, 2006; Tilman, 2001). Elas auxiliam no desenvolvimento de estratégias de conservação ao fornecer informações sobre a importância de cada espécie para a manutenção dos processos do ecossistema (Carmona et al., 2021; Larsen et al., 2005; Mouillot et al., 2013). Por outro lado, medidas de diversidade filogenética permitem analisar como diferentes mecanismos influenciam a estrutura filogenética das assembleias (Emerson & Gillespie, 2008; Webb, 2000; Webb et al., 2002). Espécies presentes em uma determinada região tendem a apresentar adaptações ecológicas e/ou evolutivas resultantes de suas relações com outras espécies e com o ambiente que habitam (Cavender-Bares et al., 2004; Harvey & Rambaut, 2000; Rabosky et al., 2011).

O presente estudo tem como objetivo entender como as variações do relevo influenciam a diversidade taxonômica, funcional e filogenética e a estrutura das assembleias de anuros em áreas de planície e planalto no Pantanal Norte (Mato Grosso, Brasil). Nas regiões montanhosas, onde a inundação não é constante e severa e onde a diversidade de habitat é maior, as assembleias de anuros devem acomodar mais espécies e ser mais diversificadas ecológica e evolutivamente. Esperamos que a dinâmica sazonal de inundação presente na planície atue como um filtro ambiental, resultando em assembleias locais com menos espécies, filogeneticamente mais próximas e com características mais semelhantes entre si.

2. MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi conduzido em um trecho do rio Paraguai, localizado entre os municípios de Barra do Bugres e Cáceres, no estado de Mato Grosso, Brasil (Figura 1). Os ambientes de planalto e planície foram definidos com base na heterogeneidade topográfica da área (Barbosa et al., 2022; Silva et al., 2020), com planaltos ≥ 140 m a.s.l. e planícies de inundação ≤ 130 m a.s.l. (adaptado de Mercante et al., 2011). A diferença altitudinal entre os pontos mais alto e mais baixo da área de estudo é de 60 m.

O clima da região conforme a classificação de Köppen é tropical Aw (inverno-seco), apresentando uma estação chuvosa de outubro a abril e estação de estiagem de maio a setembro (Alvares et al., 2014). Sua vegetação é influenciada por importantes domínios fitogeográficos como o Cerrado, Amazônia e Pantanal (Olson et al., 2001; Silva et al., 2020). As áreas de floresta ripária correspondem às principais áreas florestadas do Pantanal (Damasceno-Junior et al., 2005; Silva et al., 2020).

2.2. Amostragens

O trabalho de campo foi realizado entre julho a novembro de 2017 e em julho de 2018, durante a estação seca, quando nenhuma das áreas de estudo estava submersa. Estabelecemos seis áreas de amostragem ao longo do alto curso do rio Paraguai (Figura 1). Cada local continha quatro pontos, sendo dois de cada lado do rio (direito e esquerdo), nove em ambiente de planalto e 15 em planície, totalizando 24 pontos (Tabela S1). Todos os pontos foram estabelecidos em áreas de vegetação nativa na margem do rio, distantes no mínimo 2 km entre si.

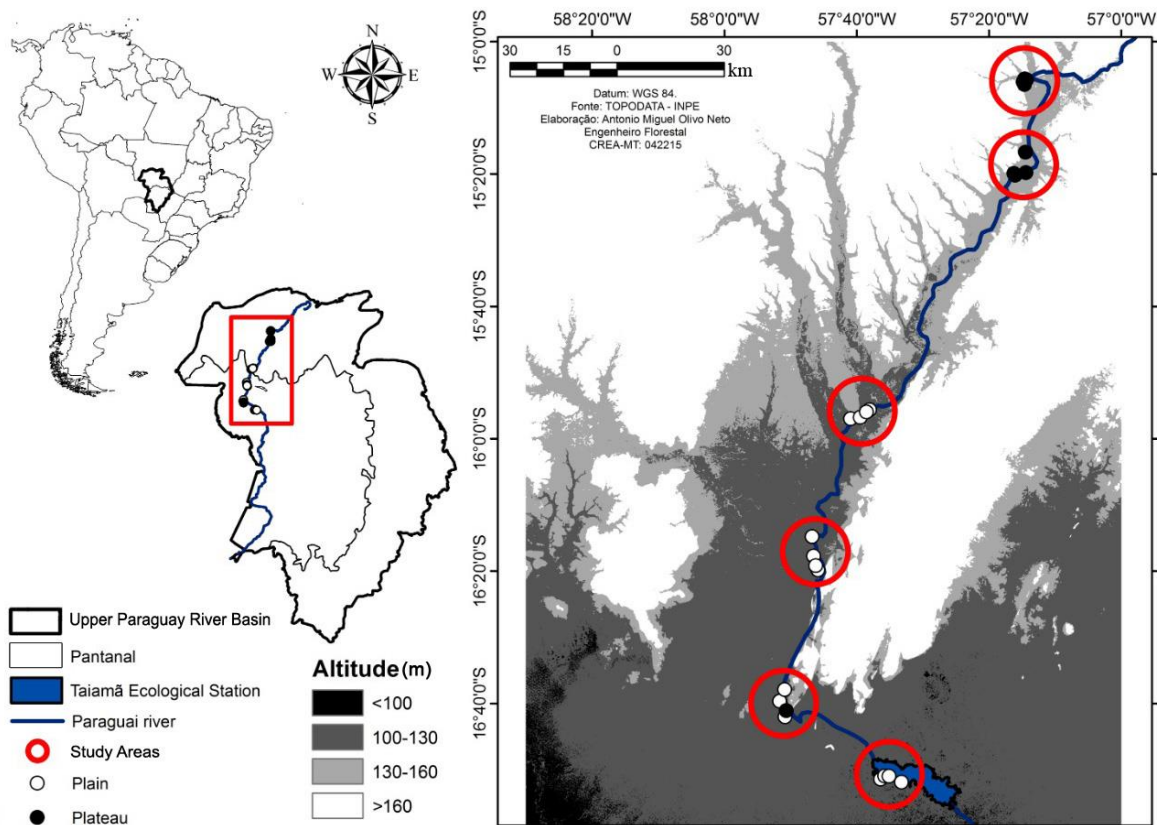


Figura 1 – Variação altitudinal na região do alto curso do rio Paraguai, Mato Grosso, Brasil. Destacando as áreas de amostragem (círculos vermelhos) e os pontos definidos como planalto (círculos pretos) e planície (círculos brancos).

Três conjuntos de armadilhas de interceptação e queda (*pitfall*) foram colocados em cada ponto. As armadilhas foram dispostas em formato de “Y”, utilizando-se de quatro baldes de 60 L, distantes 15 m entre si e interligados por cerca-guia de lona com altura de 70 cm (Cechin & Martins, 2000). Elas permaneceram abertas por dez dias consecutivos em cada ponto e foram vistoriadas todas as manhãs. Ou seja, foram 24 pontos, com três conjuntos de *pitfalls* em cada (72 *pitfalls*), com 4 baldes cada (288 baldes), por 10 dias consecutivos, totalizando um esforço amostral de 2.880 baldes/dia.

Todos os espécimes coletados foram depositados na coleção do Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal da

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

2.3. Traços funcionais

Para calcular as métricas de diversidade funcional, classificamos as espécies de anuros conforme os seguintes traços: período de atividade (diurno, noturno ou ambos os períodos), uso de habitat (arborícola, fossorial ou cursorial) (Neves et al., 2020), e padrões reprodutivos (contínua, explosiva e prolongada) (Prado et al., 2002; Prado et al., 2005). Seguimos as classificações dos modos reprodutivos sugeridas por Haddad & Prado (2005) e Nunes-de-Almeida et al. (2021).

Também foram utilizadas as seguintes medidas morfométricas: comprimento rostro-cloacal (CRC) e massa corporal (g). O CRC foi medido em todos os indivíduos adultos, usando paquímetro eletrônico (0,1 mm) (Digimess 100.174BL) e os pesos individuais foram medidos com uma balança de suspensão (0,5 g) (pesola ag/ *Balance Light Line*). Os valores médios dos traços morfométricos medidos para cada espécie foram então usados para criar uma matriz de traços funcionais.

2.4. Análise de dados

Usamos uma análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) com 1000 randomizações para avaliar a variação na composição de espécies entre áreas de planície e planalto. Essa análise descreve o particionamento do espaço de acordo com uma medida de dissimilaridade, com valores de significância (*p*-values) calculados por permutação (Anderson, 2017). Posteriormente, utilizamos a análise de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) para ilustrar os padrões de dissimilaridade na composição de espécies entre as áreas amostradas (Legendre & Legendre, 2012).

Usamos uma matriz de dissimilaridade — convertida de uma matriz de característica funcional usando a medida de distância de Gower — para calcular os parâmetros funcionais (Pavoine et al., 2009). O dendrograma funcional foi produzido usando a técnica de agrupamento UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with*

Arithmetic Mean). Um índice de riqueza funcional (FRic) foi usado para examinar a diversidade funcional dos conjuntos analisados. Este índice representa o espaço funcional ocupado por cada espécie em uma comunidade (Villéger et al., 2008).

Analizamos a dispersão das espécies no espaço multidimensional por meio do índice de dispersão funcional (FDis) (Laliberté & Legendre, 2010), que corresponde à distância média das espécies individuais ao centroide de todas as espécies da comunidade (Laliberté & Legendre, 2010). Para analisar o grau de similaridade das características das espécies em cada assembleia foi utilizada uma análise de redundância funcional (De Bello et al., 2007). Para isso, foi calculado o índice de redundância funcional (FR) proposto por Ricotta et al. (2016): $(D-Q)/D$, onde D é o índice de diversidade de Simpson e Q é o índice de diversidade funcional de Rao. Em seguida, dividimos os valores de FR calculados pelos valores de diversidade (D) de cada assembleia e usamos esses valores de FR padronizados nas análises posteriores (Ricotta et al., 2016).

Construímos uma árvore filogenética contendo todas as espécies amostradas em nossa área de estudo extraída da filogenia de Jetz & Pyron (2018) e usada para calcular as métricas filogenéticas. As espécies *Adenomera diptyx*, *Elachistocleis corumbaensis*, *Leptodactylus* cf. *brevipes*, *Pseudopaludicola motorzinho*, *Rhinella diptycha* e *Rhinella scitula* não estão inclusas na filogenia de Amphibia apresentada por estes autores e então foram substituídas por *Adenomera andreae*, *Elachistocleis ovalis*, *Elachistocleis bicolor*, *Leptodactylus melanonotus*, *Pseudopaludicola falcipes*, *Rhinella marina* e *R. margaritifera*. Assumimos que essas substituições não afetariam nossos resultados porque as mudanças evolutivas geralmente ocorrem em *deep nodes* (Mesquita et al., 2015).

Utilizamos dois índices para analisar a diversidade filogenética das assembleias de anuros: a diversidade filogenética (PD), que corresponde à soma dos braços de uma árvore filogenética que conecta um determinado conjunto de espécies (Faith, 1992) e, variabilidade filogenética de espécies (PSV) que avalia o grau de parentesco entre as espécies (Helmus et al., 2007).

Os valores de PD geralmente são influenciados pela riqueza de espécies (Tucker & Cadotte, 2013) e para eliminar essa influência, utilizamos um modelo nulo (Gotelli, 2000). O modelo nulo mantém a riqueza de espécies de cada assembleia, mas aleatoriza as identidades das espécies na árvore filogenética (Sobral & Cianciaruso, 2016; Swenson, 2014). Utilizando os resultados do modelo nulo, calculamos o SES – *standardized effect size* de PD, por meio da fórmula: $SES = (Mean_{obs} - Mean_{null})/sd_{null}$, onde $Mean_{obs}$ é o valor observado de FD ou PD, $Mean_{null}$ é a média gerada após 999 aleatorizações sobre o modelo nulo, e sd_{null} é o desvio padrão das 999 aleatorizações. O SES permite comparar os valores de PD das assembleias, eliminando o viés associado a diferenças na riqueza de espécies (Swenson, 2014). Em seguida, usamos o teste t de Student (após confirmar os pressupostos de normalidade) para analisar as diferenças na riqueza de espécies e nos parâmetros funcionais (FRic, FDis e FR) e filogenéticos (SES.PD e PSV) entre áreas de planície e planalto.

Para avaliar a estrutura funcional e a presença de padrões não aleatórios nas assembleias, calculamos três índices funcionais: diversidade funcional (FD) (Petchey & Gaston 2002, 2006), distância média entre pares (MPD) e distância média do táxon mais próximo (MNTD) (Webb, 2000; Webb et al., 2002). Para avaliar a estrutura filogenética das assembleias, também calculamos três índices filogenéticos: diversidade filogenética (PD) (Faith, 1992), a distância média par-a-par (MPD) e a distância média do táxon mais próximo (MNTD) (Webb 2000; Webb et al., 2002). Estes últimos são calculados usando métricas de distância (Webb, 2000, Webb et al., 2002), permitindo quantificar a distância ecológica e evolutiva entre as espécies (Pavoine & Bonsall, 2011).

Finalmente, analisamos a significância dos resultados obtidos comparando-os com uma distribuição nula dos valores gerados por aleatorizações das espécies na matriz de traços ou na filogenia (10.000 aleatorizações). Para ambos os índices, valores positivos e altos quantis ($P > 0,95$) indicam “sobredispersão funcional ou filogenética” nas assembleias, enquanto valores negativos e baixos quantis ($P < 0,05$) indicam a presença de “agrupamento funcional ou filogenético”. A ausência

de padrões de estruturação indica que as assembleias apresentam estrutura aleatória (Kraft et al., 2007).

Todas as análises foram realizadas no ambiente de programação R 3.6.0. (R Development Core Team, 2020). Para calcular os índices de diversidade funcional e de diversidade e estruturação filogenética foram utilizados os pacotes APE (Paradis et al., 2004), FD (Laliberté & Legendre, 2010), picante (Kembel et al., 2010), and SYNCSA (Debastiani & Pilar 2012). Para as demais análises foi utilizado o pacote vegan (Oksanen et al., 2018).

A autocorrelação espacial foi avaliada usando estatística Moran I sob o pacote spdep (Bivand, 2022), e não houve nenhum efeito significativo em nossos modelos (Desvio padrão estatístico Moran I = $-3.6409e-09$, $p\text{-value} = 0.5$).

Para avaliar a eficiência da amostragem da riqueza de anuros, foram realizadas curvas de rarefação e extrapolação de espécies, com intervalo de confiança de 95% (Chao et al., 2014). As curvas foram performadas usando a riqueza em função do número de indivíduos amostrados, usando o pacote “iNEXT” (Chao et al., 2014). Adicionalmente, estimamos a riqueza de espécies usando o estimador Jackknife 1, a partir da função “specpool” do pacote “vegan” (Oksanen et al. 2022).

3. RESULTADOS

Foram coletados 646 indivíduos de anuros, pertencentes a 17 espécies e cinco famílias (Tabela S2), com 11 espécies registradas em planícies e 13 em planalto. A curva de rarefação e extrapolação de espécies, baseada na abundância, não atingiu a assíntota, sugerindo que mais espécies são esperadas para a região (Figura 2). O estimador de riqueza Jackknife1 sugeriu uma riqueza de 23 espécies para a região, ou seja, um incremento de 35% na riqueza total. Houve diferença significativa na composição de espécies entre as áreas analisadas (PERMANOVA: $F = 6,211$, $p\text{-value} < 0,01$; Figura 3).

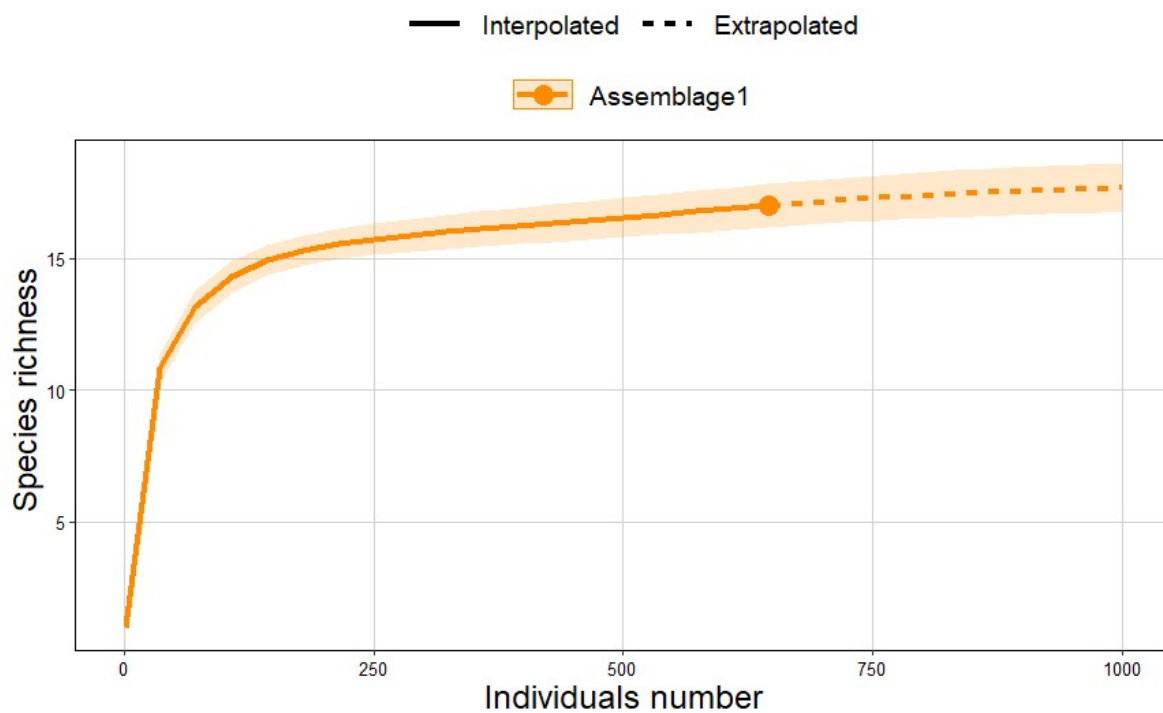


Figura 2 – Curva de rarefação e extrapolação de espécies baseada na riqueza de espécies de anuros em função do número de indivíduos amostrados em floresta ripária do rio Paraguai, Mato Grosso, Brasil.

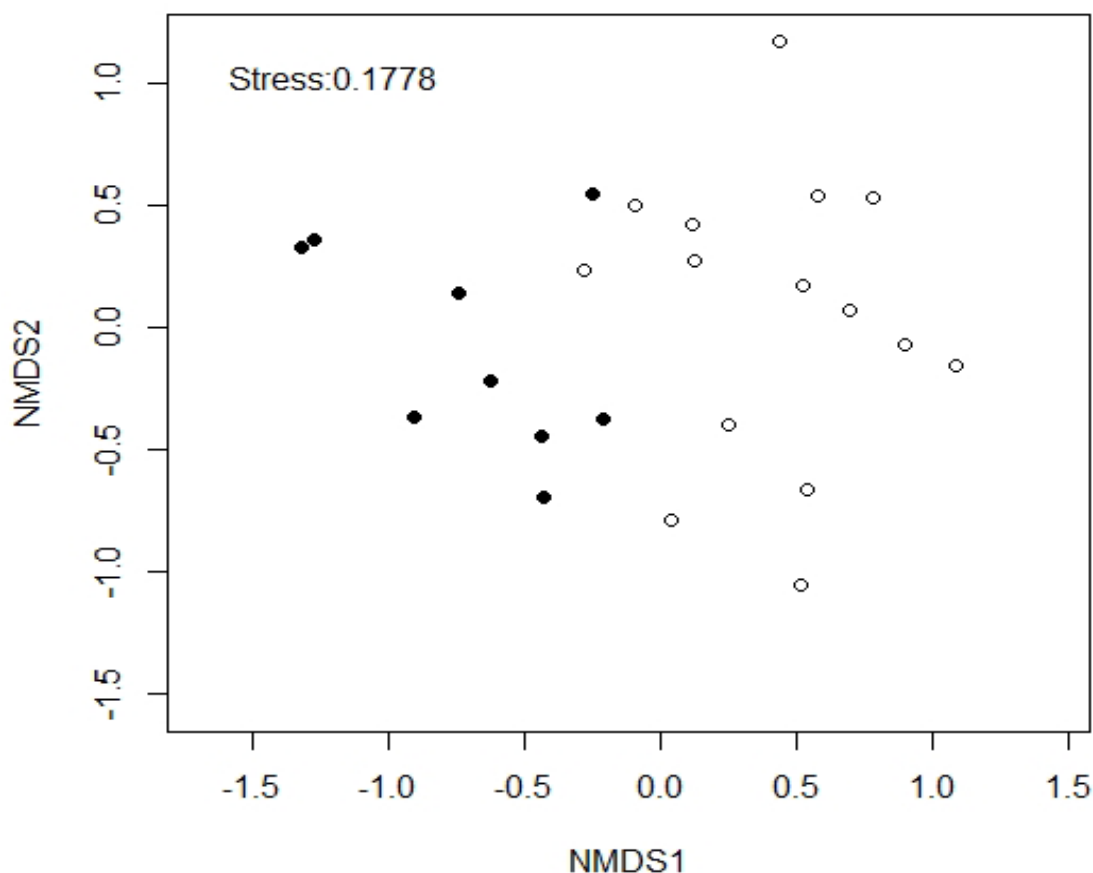


FIGURA 3 – Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) da assembleia de anuros em 24 pontos de amostragem em ambiente de planalto ($n=09$; círculos cheios) e planície ($n=15$; círculos claros) ao longo do alto curso do rio Paraguai, Mato Grosso, Brasil.

A riqueza de espécies não diferiu entre áreas de planalto e planície ($t = 1,121$, $df = 22$, $p\text{-value} = 0,274$; Figura 4a). Houve, no entanto, diferenças na diversidade funcional ($t = 2,298$, $df = 17$, $p\text{-value} = 0,031$; Figura 4b), dispersão funcional (FDis: $W = 102$, $df = 14$, $p\text{-value} = 0,045$; Figura 4c) e redundância funcional ($t = -3,049$, $df = 21$, $p\text{-value} = 0,006$; Figura 4d), com as duas primeiras medidas atingindo valores mais altos em planalto e a última em áreas de planície. As medidas padronizadas de diversidade filogenética e variabilidade filogenética de espécies também

diferiram entre as áreas (SESPD: $t = -3.214$, $df = 21$, $p\text{-value} = 0.004$; PSV: $t = 2.306$, $df = 21$, $p\text{-value} = 0.031$, Figura 4e, 4f), atingindo valores mais elevados no planalto.

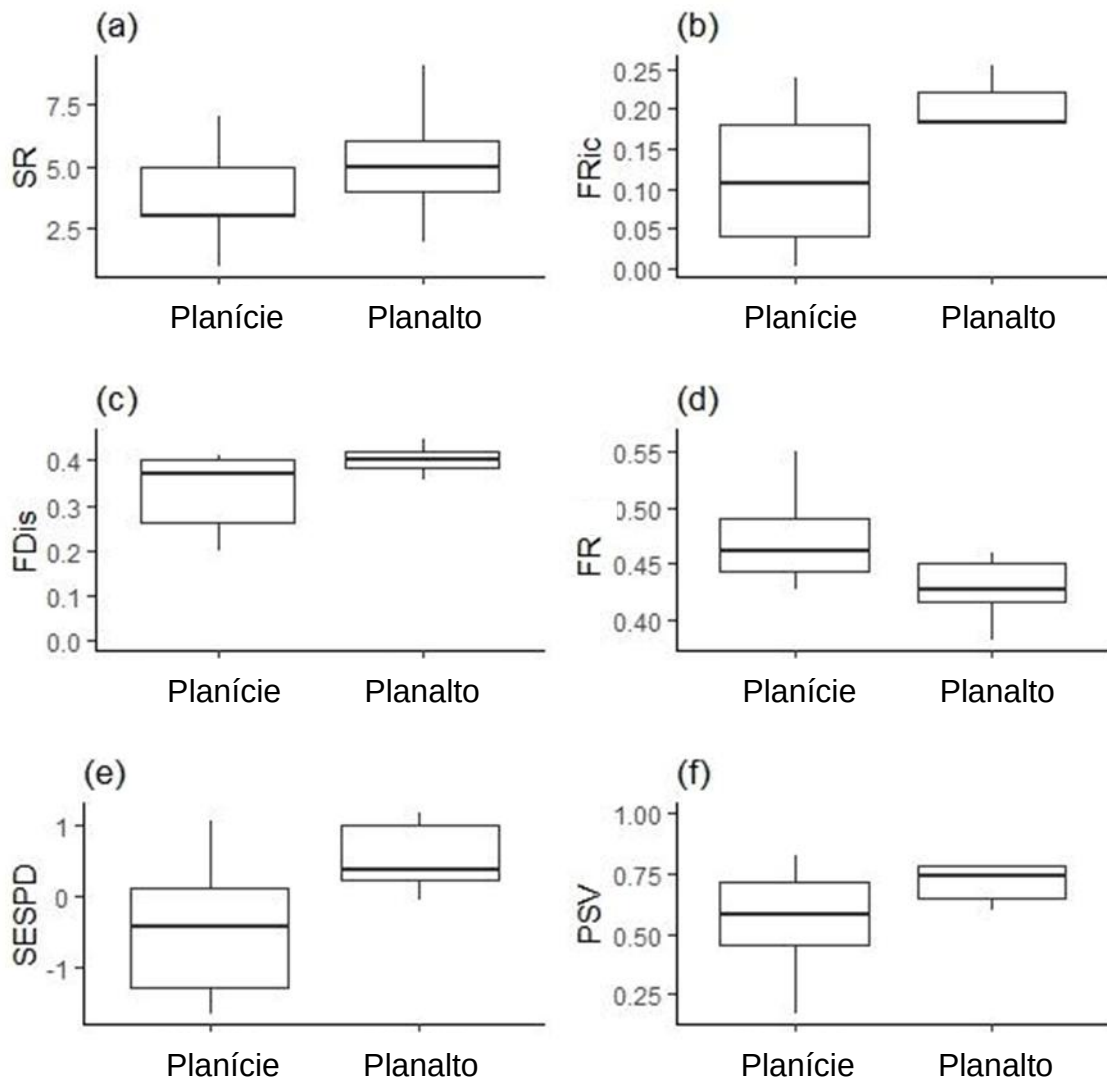


FIGURA 4 – Parâmetros de diversidade registrados em assembleias de anuros em áreas de planalto e planície de floresta ripária do rio Paraguai, Mato Grosso, Brasil: (a) Riqueza de espécies (SR); (b) riqueza funcional (FRic); (c) dispersão funcional (FDis); (d) redundância funcional (FR); (e) diversidade filogenética padronizada (SESPD); (f) variabilidade filogenética de espécies (PSV). A linha escura no centro de cada boxplot representa a mediana; as regiões acima e abaixo representam o primeiro e terceiro quartil, e as barras superior e inferior representam valores máximos e mínimos, respectivamente.

As assembleias de anuros que habitam as planícies de inundação foram agrupadas filogeneticamente, enquanto apresentaram uma estrutura funcional aleatória (Tabela 1). As assembleias de anuros do planalto, no entanto, apresentaram estrutura funcional e filogenética aleatória (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores resumindo as estruturas funcionais e filogenéticas de assembleias de anuros em floresta ripária ao longo do rio Paraguai, Mato Grosso, Brasil. Os valores de Z e P são baseados em 10.000 aleatorizações dos táxons no dendrograma funcional ou nas filogenias. Os valores em negrito indicam a presença de um efeito funcional ou filogenético significativo. Legendas: Riqueza de Espécies (SR), Diversidade Funcional (FD), Diversidade Filogenética (PD), Distância Média Pareada (MPD), Distância Média do Táxon Mais Próximo (MNTD).

Áreas	Índice	SR	Estrutura funcional			Estrutura Filogenética		
			Obs	Z	P	Obs	Z	P
Planalto	FD	13	2,958	-0,370	0,361	-	-	-
	PD		-	-	-	2,989	-1,251	0,116
	MPD		0,645	1,158	0,882	0,765	0,908	0,787
	MNTD		0,357	0,623	0,715	0,277	-1,160	0,127
Planície	FD	13	2,973	-0,285	0,417	-	-	-
	PD		-	-	-	2,968	-1,437	0,080
	MPD		0,618	-0,309	0,366	0,717	-0,196	0,302
	MNTD		0,311	-0,499	0,345	0,259	-1,679	0,043

4. DISCUSSÃO

A composição de anuros diferiu entre áreas de planície e planalto. Os parâmetros funcionais e filogenéticos aqui investigados também diferiram significativamente entre os dois ambientes, com as assembleias de planalto apresentando maior riqueza e dispersão funcional e ainda, maior diversidade e variabilidade filogenética, enquanto a redundância funcional foi maior nas assembleias de planície. Anuros das áreas de planície foram agrupados filogeneticamente, indicando que os mecanismos de filtragem ambiental (por exemplo, pulso de inundação) pode estar limitando a ocorrência de certas linhagens nessas áreas do Pantanal.

As diferenças observadas na composição de anuros refletem diferentes requisitos de nicho das espécies e suas adaptações a dinâmica de inundações (Moreira et al., 2017; Ramalho et al., 2018). A inundação é capaz de regular as mudanças nas fases de desenvolvimento dos anuros aquáticos e terrestres, principalmente nas áreas de planície (Wantzen et al., 2005), influenciando diretamente as espécies encontradas nessas áreas. As áreas de planalto de entorno no Pantanal Norte, por outro lado, são caracterizadas por uma vegetação arbórea rica e heterogênea (Miranda et al., 2018; Silva et al., 2020), fortemente influenciada pelos biomas Cerrado e Amazônia (Olson et al., 2001). Esses fatores, juntamente com a limitada capacidade de dispersão dos anuros (Landeiro et al., 2014; Prado & Rossa-Feres, 2014), tendem a favorecer a presença de conjuntos de espécies distintos mesmo em habitats relativamente próximos.

Maior riqueza funcional nas assembleias de planalto indica que as espécies locais ocupam um espaço funcional maior do que as espécies de planície. Além disso, a maior dispersão funcional nas assembleias de planalto em relação às assembleias de planície, indica que as espécies apresentam maior diferenciação em suas características nesses ambientes. A presença de conjuntos distintos de traços entre as espécies contribui para a partição de seus nichos e funções ecológicas (Mason et al., 2005; Mouchet et al., 2010), e pode favorecer um aumento em sua complementaridade funcional (Mouillot et al., 2011).

As áreas de planalto no Pantanal Norte estão sob forte influência de dois domínios fitogeográficos distintos (Cerrado/Amazônia) e são mais elevadas. Isso leva a menos inundações sazonais (Mercante et al., 2011; Silva et al., 2020), favorecendo a diversidade de habitats e consequentemente maior quantidade de nichos que são ocupados por diferentes espécies.

A maior redundância funcional observada nas assembleias de anuros de planície sugere maior similaridade nos conjuntos de traços das espécies locais. A presença de espécies com hábitos aquáticos e terrestres (65%) e que utilizam habitats abertos (76%), por exemplo, representam a maioria das espécies encontradas na planície (Neves et al., 2020). As assembleias nessas áreas também

foram agrupadas filogeneticamente (como membros da família Leptodactylidae, que correspondem a mais da metade das espécies encontradas na planície), o que indica que são filogeneticamente relacionadas (Webb, 2000; Webb et al., 2002). Um padrão semelhante envolvendo a dominância da família Leptodactylidae também foi observado em anuros em uma localidade do Pantanal Sul (Martins et al., 2015). A maior instabilidade ambiental nas planícies, causada principalmente pelas variações anuais nos pulsos de inundação (Wantzen et al., 2005), atua como filtro ambiental para as espécies (Dalmolin et al., 2022), contribuindo para a maior redundância funcional e agrupamento filogenético das assembleias de anuros encontradas em ambientes de planície.

A maior diversidade e variabilidade filogenética nas áreas de planalto sugere que as assembleias locais são mais diversas em termos de linhagens e contêm menos espécies relacionadas filogeneticamente. A maior estabilidade ambiental das áreas de planalto em comparação com as planícies de inundação (Junk et al., 2011) contribuí para a maior diversidade e variabilidade filogenética encontradas nas assembleias de anuros dessa região. As assembleias de anuros em uma planície de inundação amazônica também se mostraram mais diversas em termos de espécies em áreas menos sujeitas a inundações (Ramalho et al., 2018). Os ciclos de inundação da planície, por outro lado, afetam diretamente as assembleias de anuros nesses habitats (Moreira et al., 2017; Prado et al., 2005), provavelmente levando à menor diversidade de linhagens encontradas nesses habitats, como foi observado no presente estudo.

Áreas de planaltos, que são menos afetadas por pulsos de inundação, mostraram-se importantes fontes de diversidade e variabilidade filogenética para as assembleias de anuros avaliadas. No entanto, o planalto de entorno do Pantanal tem sido sujeito à intensa atividade agrícola (Alho et al., 2019; Mercante et al., 2011; Silva & Carlini, 2015). Essas áreas vêm passando por mudanças significativas no uso da terra, principalmente com a conversão da vegetação natural (Roque et al., 2016), em áreas de pastagem, cana-de-açúcar e monoculturas de grãos. Projeções futuras de ocupação do solo apontam para a expansão dessa conversão,

especialmente no planalto (Guerra et al., 2020; Harris et al., 2006), à diminuição da massa de água (Lázaro et al. 2020) e aumento de incêndios florestais (Mataveli et al., 2021). As queimadas ocorridas no Pantanal em 2020, por exemplo, foram responsáveis pela morte de milhões de organismos, muitos deles anuros (1,4%) (Tomas et al., 2021).

Hoje, restam apenas 40% da vegetação original às margens do rio Paraguai e suas nascentes no planalto do entorno (Alho et al., 2019). Essa tendência de alteração da paisagem coloca em risco espécies que dependem desses habitats, sendo o principal fator de perda de características funcionais e história evolutiva entre os anuros (Almeida-Gomes et al., 2019; Nowakowski et al., 2018). Embora as florestas ripárias sejam consideradas áreas protegidas (Áreas de Preservação Permanente) pela legislação brasileira, elas podem estar falhando em seu propósito de conservação devido às crescentes atividades econômicas desenvolvidas nessas regiões.

Os rios e a continuidade de seus habitats florestais adjacentes são fundamentais para a manutenção da diversidade de anuros (Becker et al., 2007; Dória et al., 2018; Moraes et al., 2022; Ramalho et al., 2022). Isso destaca a necessidade de melhor caracterização das áreas de conservação em habitats alagáveis (Irvine et al., 2022; Moraes et al., 2022). O estabelecimento de grandes áreas protegidas abrangendo os ambientes de planalto ao longo do rio Paraguai contribuirá diretamente para a conservação da biodiversidade da região (Alho et al., 2019; Carvalho et al., 2010; Devictor et al., 2010) e para a preservação da história evolutiva do grupo (Nowakowski et al., 2018; Pabijan et al., 2020).

5. CONCLUSÕES

A diferença na altitude entre planalto e planície, junto às suas diferenças ambientais, influencia a diversidade taxonômica, funcional e filogenética das assembleias de anuros no Pantanal Norte, demonstrando que as diferenças nos conjuntos de espécies das assembleias de planalto e planície ao longo do rio Paraguai são causadas pela variação topográfica. As áreas de planalto demonstraram ser a fonte

de uma maior diversidade de espécies, traços funcionais e linhagens evolutivas na região. No entanto, esta diversificada fauna de anuros da floresta riparias em ambientes de planalto está seriamente ameaçada devido à crescente conversão desta vegetação natural em plantações e áreas de pastagens, o que coloca em risco a diversidade ecológica e a história evolutiva das espécies da região. Esses perigos justificam a necessidade de novas políticas públicas e ações de conservação para proteger esses habitats, resguardando a história evolutiva e as funções ecológicas desempenhadas por esses organismos na região do Pantanal.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo financiamento do Projeto: Erosão da Biodiversidade na Bacia do Alto Paraguai: Impactos do Uso do Solo na Estrutura Vegetal e na Comunidade de Vertebrados Terrestres e Aquáticos (Pedido nº 037/2016 – Redes de Pesquisa em Mato Grosso – Processo nº 589188/2016). Agradecemos o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), código de financiamento 001 e portaria nº 206/2018.

Agradecemos à equipe do projeto “Erosão da Biodiversidade na Bacia do Alto Paraguai” pelo auxílio na amostragem e coleta de dados, e ao Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal (CELBE) pelo apoio logístico e infraestrutura. Também gostaríamos de agradecer ao ICMBIO e sua filial local pelo apoio logístico concedido à nossa pesquisa, e a Daniel Kantek e à Estação Ecológica Taiamã. Declaramos que a coleta de dados atendeu às legislações brasileiras vigentes (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO nº 8849-1/59443-1 e aprovação no Comitê de Ética de Uso de Animais da UNEMAT, sob processo número 007/2018 CEUA/UNEMAT, parecer 003/2019).

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver interesses conflitantes.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

VDSA: Conceituação (igual); curadoria de dados (líder); análise formal (igual); investigação (igual); metodologia (igual); administração de projetos (igual); redação – rascunho original (igual); redação – revisão e edição (igual). ODS: metodologia (igual); investigação (igual). TMC: metodologia (igual); investigação (igual); redação – rascunho original (igual); redação – revisão e edição (igual). JRM: metodologia (igual); investigação (igual). ACG: metodologia (igual); investigação (igual); redação – rascunho original (igual); redação – revisão e edição (igual). DJS: aquisição de financiamento (igual); metodologia (igual); investigação (igual); administração de projetos (igual); redação – revisão e edição (igual).

REFERÊNCIAS

- Alho, C. J. R., & Sabino J. (2011). A conservation agenda for the Pantanal's biodiversity. *Brazilian Journal of Biology*, 71(1), 327–335. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000200012>
- Alho, C. J. R., & Sabino, J. (2012). Seasonal Pantanal Flood Pulse: Implications for Biodiversity Conservation – a Review. *Oecologia Australis*, 16(4), 958–978. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1604.17>
- Alho, C. J. R., Mamede, S. B., Benites, M., Andrade, B. S., & Sepúlveda, J. J. O. (2019). Threats to the biodiversity of the Brazilian Pantanal due to land use and occupation. *Ambiente & Sociedade*, 22, 1–22. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc201701891vu2019L3AO>
- Almeida-Gomes, M., Vieira, M. V., Rocha, C. F. D., & Melo, A. S. (2019). Habitat amount drives the functional diversity and nestedness of anuran communities in an Atlantic Forest fragmented landscape. *Biotropica*, 51, 874–884. <https://doi.org/10.1111/btp.12687>

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711–728. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Anderson, M. J., (2017). Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA). In: *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*, 1–15. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat07841>
- Barbosa, A. P. D., Oliveira-Junior, E. S., Muniz, C. C., Lázaro, W. L., Silva, D. J., & Santos-Filho, M. (2022). Dynamic of fish trophic guilds in the plateau-plain gradient in the Paraguay River, Northern Pantanal. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 62, e202262041. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2022.62.041>
- Becker, C. G., Fonseca, C. R., Haddad, C. F. B., Batista, R. F., & Prado, P. I. (2007). Habitat Split and the Global Decline of Amphibians. *Science*, 318(5857), 1775–1777. <https://doi.org/10.1126/science.1149374>
- Bivand, R. (2022). R packages for analyzing spatial data: a comparative case study with Areal Data. *Geogra Analys* 54, 488–518. <https://doi.org/10.1111/gean.12319>
- Blaustein, A. R., Han, B. A., Relyea, R. A., Johnson, P. T. J., Buck, J. C., Gervasi, S. S., & Kats, L. B. (2011). The complexity of amphibian population declines: understanding the role of cofactors in driving amphibian losses. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 108–119. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05909.x>
- Brasil (2012). Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Retrieved from www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Accessed 12 September 2022.
- Carmona, C. P., Tamme, R., Pärtel, M., de Bello, F., Brosse, S., Capdevila, P., González-M., R., González-Suárez, M., Salguero-Gómez, R., Maribel

- Vásquez-Valderrama, M., & Toussaint, A. (2021). Erosion of global functional diversity across the tree of life. *Science Advances*, 7(13), 1–13. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abf2675>
- Carvalho, R. A., Cianciaruso, M. V., Trindade-Filho, J., Sagnori, M. D., & Loyola, R. D. (2010). Drafting a blueprint for functional and phylogenetic conservation in the Brazilian Cerrado. *Natureza & Conservação*, 8(2), 171–176. <http://dx.doi.org/10.4322/natcon.00802011>
- Cavender-Bares, J., Ackerly, D. D., Baum, D. A., & Bazzaz, F. A. (2004). Phylogenetic overdispersion in Floridian Oak communities. *The American Naturalist*, 163(6), 823–843. <https://doi.org/10.1086/386375>
- Cechin, S. Z., & Martins, M. (2000). Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17(3), 729–740. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752000000300017>
- Ceron, K., Santana, D. J., & Valente-Neto, F. (2020). Seasonal patterns of ecological uniqueness of anuran metacommunities along different ecoregions in Western Brazil. *PLoS ONE*, 15(9), e0239874. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239874>
- Chao, A.; Gotelli, N.J.; Hsieh, T.C.; Sander, E.L.; Ma, K.H.; Colwell, R.K.; Ellison, A.M. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84:45-67.
- Cortés-Gomez, A. M., Ruiz-Agudelo, C. A., Valencia-Aguilar, A., & Ladle, R. J. (2014). Ecological functions of neotropical amphibians and reptiles: a review. *Universitas Scientiarum*, 20(2), 229–245. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.SC20-2.efna>
- Dalmolin, D. A., dos Santos, T. G., Tozetti, A. M., & Pereira, M. J. R. (2022). Environmental descriptors and reproductive modes drive multiple facets of

- tadpole diversity in subtropical temporary ponds. *Aquatic Ecology*, 56, 951–971. <https://doi.org/10.1007/s10452-022-09977-3>
- Damasceno-Junior, G. A., Semir, J., Antonio Maës Dos Santos, F., & de Freitas Leitão-Filho, H. (2005). Structure, distribution of species and inundation in a riparian forest of Rio Paraguai, Pantanal, Brazil. *Flora*, 200(2), 119–135. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2004.09.002>
- De Bello, F., Lepš, J., Lavorel, S., & Moretti, M. (2007). Importance of species abundance for assessment of trait composition: an example based on pollinator communities. *Community Ecology*, 8(2), 163–170. <http://dx.doi.org/10.1556/ComEc.8.2007.2.3>
- De Lázari, P. R., Santos-Filho, M., Canale, G. R. & Gaipel, M. E. (2013). Flood-mediated use of habitat by large and midsized mammals in the Brazilian Pantanal. *Biota Neotropica*, 13(2), 70–75. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000200007>
- Debastiani, V. J., & Pillar, V. D. (2012). SYNC-SA-R tool for analysis of metacommunities based on functional traits and phylogeny of the community components. *Bioinformatics*, 28(15), 2067–2068. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts325>
- Devictor, V., Moullot, D., Meynard, C., Jiguet, F., Thuiller, W., & Mouquet, N. (2010). Spatial mismatch and congruence between taxonomic, phylogenetic and functional diversity: the need for integrative conservation strategies in a changing world. *Ecology Letters*, 13, 1030–1040. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01493.x>
- Dória, T. A. F., Canedo, C. C., & Napoli, M. F. (2018). Processes influencing anuran coexistence on a local scale: A phylogenetic and ecological analysis in a Restinga environment. *South American Journal of Herpetology*, 13(2), 183–201. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-17-00044.1>

- Emerson, B. C., & Gillespie, R. G. (2008). Phylogenetic analysis of community assembly and structure over space and time. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(11), 619–630. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.07.005>
- Faith, D. P. (1992). Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biological Conservation*, 61(1), 1–10. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(92\)91201-3](https://doi.org/10.1016/0006-3207(92)91201-3)
- Frota, A. V. B., Vitorino, B. D., Silva, C. J., Ikeda-Castrillon, S. K., & Nunes, J. R. S. (2020). Bird community structure in macrohabitats of the aquatic-terrestrial transition zone in the Pantanal wetland, Brazil. *Oecologia Australis*, 24(3), 615–634. <https://doi.org/10.4257/oeco.2020.2403.07>
- Gonçalves, H., Mercante, M., & Santos, E. (2011). Hydrological cycle. *Brazilian Journal of Biology*, 71(1), 241–253. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000200003>
- Gotelli, N. J. (2000). NULL MODEL ANALYSIS OF SPECIES CO-OCCURRENCE PATTERNS. *Ecology*, 81(9), 2606–2621. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081\[2606:NMAOSC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081[2606:NMAOSC]2.0.CO;2)
- Green, D. M. (2003). The ecology of extinction: population fluctuation and decline in amphibians. *Biological Conservation*, 111(3), 331–343. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00302-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00302-6)
- Guerra, A., Roque, F. de O., Garcia, L. C., Ochao-Quintero, J. M. O., Oliveira, P. T. S. de, Guariento, R. D., & Rosa, I. M. D. (2020). Drivers and projections of vegetation loss in the Pantanal and surrounding ecosystems. *Land Use Policy*, 91, 104388. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104388>
- Haddad, C. F. B., & Prado, C. P. A. (2005). Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*, 55(3), 207–217. [http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0207:RMIFAT\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0207:RMIFAT]2.0.CO;2)
- Harris, M. B., Arcângelo, C., Pinto, E. C. T., Camargo, G., Neto, M. B. R., & Silva, S. M. (2006). Estimativa da perda de cobertura vegetal original na Bacia do Alto

- Paraguai e Pantanal brasileiro: ameaças e perspectivas. *Natureza & Conservação*, 4(2), 50–56.
- Harvey, P. H., & Rambaut, A. (2000). Comparative analyses for adaptive radiations. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 355(1403), 1599–1605. <https://doi.org/10.1098/rstb.2000.0721>
- Helmus, M. R., Bland, T. J., Williams, C. K., & Ives, A. R. (2007). Phylogenetic measures of Biodiversity. *The American Naturalist*, 169(3), E68–E83. <https://doi.org/10.1086/511334>
- Hocking, D., & Babbitt, K. (2014). Amphibian contributions to ecosystem services. *Herpetological Conservation and Biology*, 9(1), 1–17.
- Irvine, K., Dickens, C., Castello, L., Bredin, I., & Finlayson, C. M. (2022). Vegetated wetlands: from ecology to conservation management. In T. Dalu, & R. J. Wasserman (eds.). *Fundamentals of Tropical Freshwater Wetlands* (pp. 589–639). Elsevier, Oxford. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822362-8.00023-2>
- Jetz, W., & Pyron, R. A. (2018). The interplay of past diversification and evolutionary isolation with present imperilment across the amphibian tree of life. *Nature Ecology & Evolution*, 2(5), 850–858. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0515-5>
- Junk, W. J., Da Silva, C. J., Nunes da Cunha, C., & Wantzen, K. M. (2011). *The Pantanal: Ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland*. Pensoft Publishers.
- Kembel, S. W., Cowan, P. D., Helmus, M. R., Cornwell, W. K., Morlon, H., Ackerly, D. D., Blomberg, S. P., & Webb, C. O. (2010). Picante: R tools for integrating phylogenies and ecology. *Bioinformatics*, 26(11), 1463–1464. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btq166>
- Kraft, N. J. B., Cornwell, W. K., Webb, C. O., & Ackerly, D. D. (2007). Trait evolution, community assembly, and the phylogenetic structure of ecological

- communities. *The American Naturalist*, 170(2), 271–283.
<https://doi.org/10.1086/519400>
- Laliberté, E., & Legendre, P. (2010). A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology*, 91(1), 299–305.
<https://doi.org/10.1890/08-2244.1>
- Landeiro, V. L., Waldez, F., & Menin, M. (2014). Spatial and environmental patterns of Amazonian anurans: Differences between assemblages with aquatic and terrestrial reproduction, and implications for conservation management. *Natureza & Conservação*, 12(1), 42–46.
<https://doi.org/10.4322/natcon.2014.008>
- Larsen, T. H., Williams, N. M., & Kremen, C. (2005). Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. *Ecology Letters*, 8(5), 538–547. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00749.x>
- Lázaro, W. L., Oliveira-Júnior, E. S., Silva, C. J., Castrillon, S. K. I., & Muniz, C. C. (2020). Climate change reflected in one of the largest wetlands in the world: an overview of the Northern Pantanal water regime. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32, e104. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X7619>
- Legendre, P., & Legendre, L. (2012). Ordination in reduced space. In P. Legendre & L. Legendre (eds.). *Numerical Ecology* (pp. 425–519). Elsevier, Oxford.
- Mamede, S. B., & Alho, C. J. R. (2006). Response of wild mammals to seasonal shrinking-and-expansion of habitats due to flooding regime of the Pantanal, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66(4), 991–998.
<https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000600006>
- Martins, C. A., Roque, F. O., Santos, B. A., Ferreira, V. L., Strüssmann, C., & Tomas, W. M. (2015). What shapes the phylogenetic structure of anuran communities in a seasonal environment? The influence of determinism at regional scale to stochasticity or antagonistic forces at local scale. *PLoS ONE*, 10(6), e0130075. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130075>

- Mason, N. W. H., Mouillot, D., Lee, W. G., & Wilson, J. B. (2005). Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos*, 111(1), 112–118. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13886.x>
- Mataveli, G. A. V., Pereira, G., de Oliveira, G., Seixas, H. T., Cardozo, F. da S., Shimabukuro, Y. E., Kawakubo, F. S., & Brunsell, N. A. (2021). 2020 Pantanal's widespread fire: short- and long-term implications for biodiversity and conservation. *Biodiversity and Conservation*, 30(11), 3299–3303. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02243-2>
- Mercante, M., Rodrigues, S., & Ross, J. (2011). Geomorphology and habitat diversity in the Pantanal. *Brazilian Journal of Biology*, 71(1), 233–240. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000200002>
- Mesquita, D. O., Colli, G. R., Pantoja, D. L., Shepard, D. B., C. Vieira, G. H., & Vitt, L. J. (2015). Juxtaposition and disturbance: Disentangling the determinants of lizard community structure. *Biotropica*, 47(5), 595–605. <https://doi.org/10.1111/btp.12236>
- Moraes, L. J. C. L., Gordo, M., Pirani, R. M., Rainha, R. N., Almeida, A. P., Oliveira, A. F. S., Oliveira, M. E., Silva, A. A. A., & Werneck, F. P. (2022) Amphibians and squamates in Amazonian flooded habitats, with a study on the variation of amphibian assemblages along the Solimões River. In T. Dalu & R. J. Wasserman (eds.). *Fundamentals of Tropical Freshwater Wetlands* (pp. 361–384). Elsevier, Oxford. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822362-8.00032-3>
- Morais M., Abdo M. S. A., Santos C., Sander, N. L., Nunes, J. R. S., Lázaro, W. L., & Silva, C. J. (2022) Long-term analysis of aquatic macrophyte diversity and structure in the Paraguay river ecological corridor, Brazilian Pantanal wetland. *Aquatic Botany*, 178, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2022.103500>
- Moreira, L. F. B., Dorado-Rodrigues, T. F., Ferreira, V. L., & Strüssmann, C. (2017). An inter-dependence of flood and drought: disentangling amphibian beta

- diversity in seasonal floodplains. *Marine and Freshwater Research*, 68(11), 2115–2122. <http://dx.doi.org/10.1071/MF16391>
- Mouchet, M. A., Villéger, S., Mason, N. W. H., & Mouillot, D. (2010). Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. *Functional Ecology*, 24(4), 867–876. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2010.01695.x>
- Mouillot, D., Bellwood, D. R., Baraloto, C., Chave, J., Galzin, R., Harmelin-Vivien, M., Kulbicki, M., Lavergne, S., Lavorel, S., Mouquet, N., Paine, C. E. T., Renaud, J., & Thuiller, W. (2013). Rare Species Support Vulnerable Functions in High-Diversity Ecosystems. *PLoS Biology*, 11(5), e1001569. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001569>
- Mouillot, D., Villéger, S., Scherer-Lorenzen, M., & Mason, N. W. H. (2011). Functional Structure of Biological Communities Predicts Ecosystem Multifunctionality. *PLoS ONE*, 6(3), e17476. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017476>
- Nali, R. C., Becker, C. G., Zamudio, K. R., & Prado, C. P. A. (2020). Topography, more than land cover, explains genetic diversity in a Neotropical savanna tree frog. *Diversity and Distributions*, 26, 1798–1812. <https://doi.org/10.1111/ddi.13154>
- Neves, M. O., Cabral, H., Pedrozo, M., Ferreira, V. L., Moura, M., & Santana, D. J. (2020). Dataset of occurrences and ecological traits of amphibians from Upper Paraguay River Basin, central South America. *Nature Conservation* 41, 71–89. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.41.54265>
- Nowakowski, A. J., Frishkoff, L. O., Thompson, M. E., Smith, T. M., & Todd, B. D. (2018). Phylogenetic homogenization of amphibian assemblages in human-altered habitats across the globe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(15), E3454–E3462. <https://doi.org/10.1073/pnas.1714891115>

- Nunes-de-Almeida, C. H., Haddad, C. F. B., & Toledo, L. F. (2021). A revised classification of the amphibian reproductive modes. *Salamandra*, 57(3), 413–427.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., Mcglinn, D., Minchin, P. R., O'hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Henry, M. S. H., Szoecs, E., & Wagner, H. (2018). Vegan: community ecology package. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan> (accessed on 19 February 2021).
- Oksanen J., Simpson G, Blanchet F, Kindt R, Legendre P, Minchin P, O'Hara R, Solymos P, Stevens M, Szoecs E, Wagner H, Barbour M, Bedward M, Bolker B, Borcard D, Carvalho G, Chirico M, De Caceres M, Durand S, Evangelista H, FitzJohn R, Friendly M, Furneaux B, Hannigan G, Hill M, Lahti L, McGlinn D, Ouellette M, Ribeiro Cunha E, Smith T, Stier A, Ter Braak C, Weedon J (2022). vegan: Community Ecology Package. R package version 2.6-2. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>
- Olivo-Neto, A. M., Da Silva, C. J., Castrillon, S. K. I., Lazaro, W. L., Damasceno-Junior, G. A., Gris, D., Pereira, T. D. C., & Sander, N. L. (2020). Spatial distribution of single specie dominant forests of *Erythrina fusca* Lour. at the Taiaimã Ecological Station, Pantanal, Mato Grosso, Brazil. *Tropical Ecology*, 61(2), 248–257. <https://doi.org/10.1007/s42965-020-00081-x>
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., & Kassem, K. R. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth. *BioScience*, 51(11), 933–938. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- Pabijan, M., Palomar, G., Antunes, B., Antoľ, W., Zieliński, P. & Babik, W. (2020). Evolutionary principles guiding amphibian conservation. *Evolutionary Applications*, 13, 857–878. <https://doi.org/10.1111/eva.12940>

- Paradis, E., Claude, J., & Strimmer, K. (2004). APE: Analyses of Phylogenetics and Evolution in R language. *Bioinformatics*, 20(2), 289–290. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btg412>
- Pavoine, S., & Bonsall, M. B. (2011). Measuring biodiversity to explain community assembly: a unified approach. *Biological Reviews*, 86(4), 792–812. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2010.00171.x>
- Pavoine, S., Vallet, J., Dufour, A. B., Gachet, S., & Daniel, H. (2009). On the challenge of treating various types of variables: application for improving the measurement of functional diversity. *Oikos*, 118(3), 391–402. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2008.16668.x>
- Petchey, O. L., & Gaston, K. J. (2002). Extinction and the loss of functional diversity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 269(1501), 1721–1727. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2073>
- Petchey, O. L., & Gaston, K. J. (2006). Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters*, 9(6), 741–758. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00924.x>
- Prado, C. P. A., Uetanabaro, M., & Haddad, C. F. B. (2002). Description of a new reproductive mode in *Leptodactylus* (Anura, Leptodactylidae), with a review of the reproductive specialization toward terrestriality in the genus. *Copeia*, 2002(4), 1128–1133. [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2002\)002\[1128:DOANRM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2002)002[1128:DOANRM]2.0.CO;2)
- Prado, C. P. D. A., Uetanabaro, M., & Haddad, C. F. B. (2005). Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 26(2), 211–221. <https://doi.org/10.1163/1568538054253375>
- Prado, V. H. M., & Rossa-Feres, D. C. (2014). The influence of niche and neutral processes on a neotropical anuran metacommunity. *Austral Ecology*, 39(5), 540–547. <https://doi.org/10.1111/aec.12114>

- R Development Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Rabosky, D. L., Cowan, M. A., Talaba, A. L., & Lovette, I. J. (2011). Species interactions mediate phylogenetic community structure in a hyperdiverse lizard assemblage from arid Australia. *The American Naturalist*, 178(5), 579–595. <https://doi.org/10.1086/662162>
- Rahbek, C., Borregaard, M. K., Antonelli, A., Colwell, R. K., Holt, B. G., Nogues-Bravo, D., Rasmussen, C. M. Ø., Richardson, K., Rosing, M. T., Whittaker, R. J., & Fjeldså, J. (2019a). Building mountain biodiversity: Geological and evolutionary processes. *Science*, 365(6458), 1114–1119. <https://doi.org/10.1126/science.aax0151>
- Rahbek, C., Borregaard, M. K., Colwell, R. K., Dalsgaard, B., Holt, B. G., Morueta-Holme, N., Nogues-Bravo, D., Whittaker, R. J. (2019b). Humboldt's enigma: What causes global patterns of mountain biodiversity? *Science*, 365(6458), 1108–1113. <https://doi.org/10.1126/science.aax0149>
- Ramalho, W. P., Machado, I. F., & Vieira, L. J. S. (2018). Do flood pulses structure amphibian communities in floodplain environments? *Biotropica*, 50(2), 338–345. <https://doi.org/10.1111/btp.12523>
- Ramalho, W. P., With, K. A., Mesquita, G. S., Arruda, F. V., Guerra, V., Ferraz, D., Andrade, M. S., & Prado, V. H. M. (2022). Habitat fragmentation rather than habitat amount or habitat split reduces the diversity and abundance of ground-dwelling anurans within forest remnants of the Brazilian Cerrado. *Journal for Nature Conservation*, 69, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126259>
- Ricotta, C., de Bello, F., Moretti, M., Caccianiga, M., Cerabolini, B. E. L., & Pavoine, S. (2016). Measuring the functional redundancy of biological communities: a quantitative guide. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(11), 1386–1395. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12604>

- Roque, F. O., Ochoa-Quintero, J., Ribeiro, D. B., Sugai, L. S. M., Costa-Pereira, R., Lourival, R., & Bino, G. (2016). Upland habitat loss as a threat to Pantanal wetlands. *Conservation Biology*, 30(5), 1131–1134. <https://doi.org/10.1111/cobi.12713>
- Silva, C. P. A., Souza, A. R., Olivo-Neto, A. M., Lemes, S. A. L., Silva-Alves, V. D., Santos Filho, M., Silva, D. J., & Carniello, M. A. (2020). Arboreal community diversity of the riparian forest on the Paraguay river in plateau and plain areas, Mato Grosso, Brazil. *Research, Society and Development* 9(10), e2209108399. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8399>
- Silva, H. P., Barbosa, A. P. D., Silva, L. N. L., Oliveira Jr, E. S., Corrêa, F., Kantek, D. L. Z., & Muniz, C. C. (2021). Ichthyofauna in an ecological station in the Pantanal of Brazil: the hydrological cycle affecting species composition. *Arxius de Miscel·lània Zoològica* 18, 183–193. <https://doi.org/10.32800/amz.2020.18.0183>
- Silva, J. S. V., & Carlini, F. J. (2015). Vegetation cover of the Upper Paraguai Basin in Mato Grosso do Sul state: comparison between Pantanal wetland and the plateau. *Geografia*, 40, 211–226.
- Sobral, F. L., & Cianciaruso, M. V. (2016). Functional and phylogenetic structure of forest and savanna bird assemblages across spatial scales. *Ecography*, 39(6), 533–541. <https://doi.org/10.1111/ecog.00903>
- Sumanasekara, V. D. W., Dissanayake, D. M. M. R., & Seneviratne, H. T. J. (2015). Review on use of amphibian taxa as a bio-indicator for watershed health and stresses. *Annual NBRO Symposium on Innovations for Resilient Environment* 1, 1–5.
- Swenson, N. G. (2014). *Functional and Phylogenetic Ecology in R*. Springer, New York.
- Tilman, D. (2001). Functional diversity. In S. A. Levin (ed.) *Encyclopedia of Biodiversity* (pp. 109–120). Academic Press.

- Tomas, W. M., Berlinck, C. N., Chiaravalloti, R. M., *et al.* (2021). Counting the dead: 17 million vertebrates directly killed by the 2020's wildfires in the Pantanal wetland, Brazil. *Scientific reports*, 11, 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02844-5>
- Tucker, C. M., & Cadotte, M. W. (2013). Unifying measures of biodiversity: understanding when richness and phylogenetic diversity should be congruent. *Diversity and Distributions*, 19(7), 845–854. <https://doi.org/10.1111/ddi.12087>
- Valencia-Aguilar, A., Cortés-Gómez, A. M., & Ruiz-Agudelo, C. A. (2013). Ecosystem services provided by amphibians and reptiles in Neotropical ecosystems. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 9(3), 257–272. <https://doi.org/10.1080/21513732.2013.821168>
- Villéger, S., Mason, N. W. H., & Mouillot, D. (2008). New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology*, 89(8), 2290–2301. <http://www.jstor.org/stable/27650754>
- Wantzen, K. M., Drago, E., & Da Silva, C. J. (2005). Aquatic habitats of the Upper Paraguay River-Floodplain-System and parts of the Pantanal (Brazil). *International Journal of Ecohydrology & Hydrobiology*, 5(2), 107–126.
- Webb, C. O. (2000). Exploring the phylogenetic structure of ecological communities: An example for rain forest trees. *The American Naturalist*, 156(2), 145–155. <https://doi.org/10.1086/303378>
- Webb, C. O., Ackerly, D. D., McPeck, M. A., & Donoghue, M. J. (2002). Phylogenies and Community Ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33(1), 475–505. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150448>
- Weinstein, B. G., Tinoco, B., Parra, J. L., Brown, L. M., McGuire, J. A., Stiles, F. G., & Graham, C. H. (2014). Taxonomic, phylogenetic, and trait beta diversity in South American hummingbirds. *The American Naturalist*, 184(2), 211–224. <https://doi.org/10.1086/676991>

Winter, M., Fiedler, W., Hochachka, W. M., Koehncke, A., Meiri, S., & De la Riva, I. (2016). Patterns and biases in climate change research on amphibians and reptiles: a systematic review. *Royal Society Open Science*, 3(9), 160158. <https://doi.org/10.1098/rsos.160158>

INFORMAÇÕES DE APOIO

Variações de relevo conduzem a padrões de diversidade em assembleias de anuros no Pantanal brasileiro

Vancleber Divino Silva-Alves, Odair Diogo da Silva, Thatiane Martins da Costa, Jessica Rhaiza Mudrek, Almério Camara Gusmão, and Dionei José da Silva

Tabela S1 – Áreas amostradas ao longo do alto curso do rio Paraguai, Mato Grosso, Brasil. Região: Barra do Bugres (BB), Porto Estrela (PE), Fazenda Morrinhos (FM), Foz do rio Sepotuba (FS), Foz do rio Jauru (FJ) e Estação Ecológica de Taiamã (EET).

Ambientes	Região	Pontos	Altitude (m)	Latitude (S)	Longitude (W)
Planalto	BB	1	151	-15.101472	-57.247333
		2	160	-15.094500	-57.242972
		3	159	-15.108000	-57.243556
		4	151	-15.096556	-57.238694
	PE	5	146	-15.332222	-57.270278
		6	153	-15.330000	-57.240278
		7	148	-15.336944	-57.267222
		8	151	-15.278889	-57.241111
		9	155	-16.685028	-57.843694
Planície	FM	10	115	-16.700778	-57.846806
		11	114	-16.661417	-57.860583
		12	112	-16.632083	-57.847556
		13	128	-15.927500	-57.633611
	FS	14	128	-15.950420	-57.681286
		15	128	-15.946667	-57.657500
		16	130	-15.931093	-57.642397
		17	118	-16.320111	-57.769750
	FJ	18	122	-16.295667	-57.774917
		19	123	-16.330750	-57.763972
		20	128	-16.246694	-57.778500
	EET	21	101	-16.850111	-57.584556
		22	107	-16.857667	-57.605750
		23	108	-16.849389	-57.595778
		24	105	-16.865139	-57.553361

Tabela S2 – Lista de espécies de anuros registrados em florestas ripárias ao longo do rio Paraguai, Mato Grosso, Brasil. Habitat (uso do hábitat) segue a classificação de Neves *et al.* (2020).

Família/Espécies	Ambientes	Habitat (Uso do Habitat)
Bufonidae		
<i>Rhinella scitula</i> (Caramaschi & Niemeyer, 2003)	Planalto/Planície	Floresta/Aberto (Aquático/Terrestre)
<i>Rhinella diptycha</i> (Cope, 1862)	Planalto/Planície	Aberto (Aquático/Terrestre)
Craugastoridae		
<i>Oreobates heterodactylus</i> (Miranda-Ribeiro, 1937)	Planalto	Floresta (Terrestre)
Hylidae		
<i>Boana geographica</i> (Spix, 1824)	Planície	Aberto (Aquático/Arbóreo/Terrestre)
Leptodactylidae		
<i>Adenomera diptyx</i> (Boettger, 1885)	Planície	Aberto (Fossorial/Terrestre)
<i>Leptodactylus macrosternum</i> Miranda-Ribeiro, 1926	Planalto/Planície	Aberto (Aquático/Terrestre)
<i>Leptodactylus elenae</i> Heyer, 1978	Planalto/Planície	Aberto (Aquático/Fossorial/Terrestre)
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i> (Spix, 1824)	Planalto	Floresta/Aberto (Aquático/Terrestre)
<i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862)	Planalto/Planície	Aberto (Aquático/Terrestre)
<i>Leptodactylus</i> cf. <i>brevipes</i> Cope, 1887	Planície	Aberto (Aquático/Fossorial/Terrestre)
<i>Physalaemus albonotatus</i> (Steindachner, 1864)	Planalto	Aberto (Aquático/Terrestre)
<i>Pseudopaludicola motorzinho</i> Pansonato, Veiga-Menoncello, Mudrek, Jansen, Recco-Pimentel, Martins, & Strüssmann, 2016	Planície	Aberto (Aquático/Terrestre)
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope, 1887)	Planície	Aberto (Aquático/Terrestre)
Microhylidae		
<i>Chiasmocleis albopunctata</i> (Boettger, 1885)	Planalto/Planície	Floresta/Aberto (Aquático/Fossorial/Terrestre)
<i>Dermatonotus muelleri</i> (Boettger, 1885)	Planalto	Aberto (Aquático/Fossorial/Terrestre)
<i>Elachistocleis corumbaensis</i> Piva, Caramaschi, & Albuquerque, 2017	Planalto/Planície	Aberto (Aquático/Fossorial/Terrestre)
<i>Elachistocleis bicolor</i> (Guérin-Méneville, 1838)	Planalto/Planície	Aberto (Aquático/Fossorial/Terrestre)

(1) *Diversidade de anfíbios: Onde tudo começa a inundar, município de Cáceres, Pantanal Norte, Centro-Oeste do Brasil*

Anfíbios do município de Cáceres, Pantanal Norte, Brasil

[Artigo aceito para publicação na revista Papéis Avulsos De Zoologia]

Vancleber Divino Silva-Alves^{1,2}; Mariany de Fátima Rocha Seba^{2,3}; & Dionei José da Silva^{1,2,4}

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres, Mato Grosso, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0730-5101> . E-mail: vanclebeer@gmail.com (autor correspondente)

²Rede Erosão da Biodiversidade no Pantanal, Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade, Etnobiologia do Pantanal (CELBE), Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

³ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-5128-1530>.E-mail: marianyrocha6@gmail.com

⁴ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6189-9756>. E-mail: dioneijs@unemat.br

(2) Resumo: O aumento dos inventários faunísticos contribui para o conhecimento da diversidade regional e são fundamentais na tomada de decisões sobre políticas de manejo e conservação de grandes áreas naturais. Aqui, este estudo buscou inventariar e compilar informações sobre espécies de anfíbios que ocorrem na região norte do Pantanal, nos limites do município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Para o inventário de espécies de anfíbios, três métodos foram utilizados: (1) trabalho de campo, (2) análise de espécimes depositados em coleções científicas e (3) busca em registros de literatura. Com base neste conjunto de levantamentos, 49 espécies de anfíbios foram registradas para o município de Cáceres. Destas, 48 espécies pertencentes à ordem Anura, distribuídas em oito famílias e 20 gêneros, e uma espécie pertencente à ordem Gymnophiona (*Siphonops paulensis*). O município tem forte

influência de formações não florestais (por exemplo, Cerrado e Pantanal) e apresenta elevada riqueza para uma localização não florestal no Brasil. Esses resultados destacam o município de Cáceres como uma das áreas mais ricas em espécies de anfíbios para a região do Pantanal Norte e ampliam o conhecimento sobre sua diversidade de anuros. Assim, uma base importante foi fornecida para futuras estratégias de conservação e avaliações de espécies de anfíbios no caso de possíveis declínios populacionais e ameaças futuras.

Palavras-Chave: Anuro; conservação; área de transição; áreas úmidas.

(3) INTRODUÇÃO

Os anfíbios apresentam o maior déficit em estudos de conservação em um cenário global, bem como continental (por exemplo, América do Sul) e nacional (por exemplo, Brasil) (Lawler *et al.*, 2006; Campos *et al.*, 2014; Christie *et al.*, 2020). O Brasil possui a maior riqueza de espécies de anfíbios do mundo com aproximadamente 1.223 espécies descritas (Segalla *et al.*, 2021; Frost, 2023), e possui o potencial mais significativo para anfíbios desconhecidos (Moura & Jetz, 2021). Ampliar o conhecimento sobre a ocorrência e conservação de anfíbios torna-se um desafio no Brasil, devido à sua grande extensão territorial e variedades morfoclimáticas (Olson *et al.*, 2001).

Diversos trabalhos tentaram ampliar o conhecimento sobre a ocorrência de anfíbios e utilizaram limites municipais para delinear suas áreas de pesquisa em várias ecorregiões, por exemplo, no Chaco (Souza *et al.*, 2010), Amazônia (Prudente *et al.*, 2013; Azevedo *et al.*, 2021), Amazônia e Cerrado (Silva *et al.*, 2020), Mata Atlântica (Serafim *et al.*, 2008; Ferreira *et al.*, 2010; Pereira *et al.*, 2013; Gondim-Silva *et al.*, 2016; Neves *et al.*, 2017; Ferreira *et al.*, 2019; Protázio *et al.*, 2021), Mata Atlântica e Cerrado (Araujo *et al.*, 2013), Cerrado (Santos *et al.*, 2011), Cerrado e Caatinga (Andrade *et al.*, 2014) e Cerrado e Pantanal (Melo *et al.*, 2021), mas nenhum contempla a parte norte do Pantanal e o Chiquitano brasileiro. A riqueza de anfíbios no Pantanal varia de 30 a 56 espécies de anfíbios (Souza *et al.*, 2017; Neves *et al.*, 2020; Melo *et al.*, 2021) e ainda há muitas áreas inexploradas ou pouco amostradas (Neves *et al.*, 2020).

O Pantanal é uma das maiores áreas úmidas do planeta e está classificado como Patrimônio Mundial da UNESCO desde 2000 (UNESCO, 2022). A principal característica do Pantanal é a alternância de habitats

promovida pelo pulso anual de inundação (Prado *et al.*, 1994). O Pantanal está localizado na porção central da América do Sul (Alho *et al.*, 1988; Harris *et al.*, 2005), com a maior parte de sua extensão no território brasileiro, nos estados de Mato Grosso do Sul (Sul do Pantanal) e Mato Grosso (Norte do Pantanal) (Alho, 2005). O estado de Mato Grosso, segundo Silva & Abdon (1998), abriga 35,36% da área do Pantanal, que se distribui em sete municípios: Lambari D'Oeste, Nossa Senhora do Livramento, Itiquira, Santo Antônio do Leverger, Barão de Melgaço, Poconé e Cáceres.

O município de Cáceres possui a fitofisionomia caracterizada pela área de transição: Cerrado, Floresta Seca do Chiquitano e Pantanal (Olson *et al.*, 2001). Localizado na sub-região do Pantanal Norte (Silva & Abdon, 1998), o município está localizado às margens do rio Paraguai, principal drenagem do Pantanal, no limite norte da planície de inundação (Lázaro *et al.*, 2020). A principal atividade econômica em Cáceres é a pecuária, mas o turismo de pesca e a agricultura familiar também estão presentes (Leandro & Rocha, 2019; IBGE, 2022). De 1993 a 2014, a taxa de supressão vegetal no Pantanal de Cáceres foi de 32,95%, acompanhada pela expansão das áreas de pastagens exóticas, que ocuparam 33,85% da extensão dessa região (Aquino *et al.*, 2017). Espécies de gramíneas exóticas foram introduzidas no Pantanal, atuando como invasoras de fácil propagação que competem com espécies nativas, ameaçando o equilíbrio natural da região (Guglieri *et al.*, 2009; Nunes da Cunha & Junk, 2019). O manejo de pastagens e a abertura de novos ambientes para agricultura e pecuária são geralmente realizados por meio do fogo (Abreu e Souza 2016), causando perdas significativas na biodiversidade do Pantanal (Tomas *et al.*, 2021).

A delimitação e o estabelecimento de Unidades de Conservação (UC) muitas vezes são a pedra angular para construir planos de conservação e salvaguardar a diversidade *in situ* (Margules & Pressey, 2000; Chen *et al.*, 2017). No entanto, apesar da heterogeneidade e importância do Pantanal, apenas 4,4% de sua extensão é protegida por UCs federais (ICMBio, 2022). Duas dessas áreas federais estão no município de Cáceres, a Estação Ecológica de Taiamã (EET) (11.555 ha) e parte da Estação Ecológica da Serra das Araras (EESA) (848.27 ha) (UCB, 2022). Portanto, é possível inferir que nem toda heterogeneidade ambiental do bioma está incluída nas UCs, deixando algumas fitofisionomias mais suscetíveis à degradação e ações antrópicas.

A homogeneização da paisagem pode afetar negativamente a diversidade de anfíbios anuros em diversas paisagens incluindo o Pantanal Norte (Dorado-Rodrigues *et al.*, 2015), uma vez que mudanças nas comunidades de plantas podem afetar a assembleia de anuros (Bastazini *et al.*, 2007). Devido à dependência de condições ambientais específicas e alta sensibilidade fisiológica, os anfíbios são importantes bioindicadores ambientais (Toledo *et al.*, 2010). Ainda, são extremamente sensíveis ao estresse ecológico, o que pode resultar em conjuntos de espécies mais resistente com perda significativa daquelas mais suscetíveis (Welsh & Ollivier, 1998; Sumanasekara *et al.*, 2015).

A suscetibilidade dos anfíbios e as crescentes mudanças ambientais, deixam esses animais em situação de ameaça de extinção, sendo a atividade antrópica a causa mais recorrente (Eterovick *et al.*, 2005; McCallum, 2007; Andrade, 2015). Portanto, para a conservação, é importante avaliar a riqueza de espécies, estrutura populacional e os comportamentos ecológicos das comunidades de anfíbios, principalmente em áreas como o Pantanal. Assim, os inventários de fauna contribuem para o conhecimento da diversidade regional e são fundamentais na tomada de decisões para políticas de manejo e conservação de grandes áreas naturais (Eterovick *et al.*, 2005; Silveira *et al.*, 2010). Nesse sentido, este estudo buscou inventariar e compilar informações sobre espécies de anfíbios ocorrentes no limite municipal de Cáceres, Pantanal Norte, Mato Grosso, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de estudo

O município de Cáceres está localizado na fronteira entre Brasil e Bolívia, no estado de Mato Grosso (sede municipal, 16°05'S, 57°40'W), região central da América do Sul. Pertence à Bacia do Alto Paraguai e a subregião do Pantanal Norte (Silva & Abdon, 1998). O município possui área territorial de 24.794,8 km², com altitude mínima de 90 m (planície, 17°33'S, 57°35'W) e máxima de 900 m (planalto de entorno, 15°54'S, 57°14'W). O clima da região conforme a classificação de Köppen é Aw (inverno-seco), com estação chuvosa de outubro a abril e estação seca de maio a setembro (Alvares *et al.*, 2014). Esta região se

localiza no limite norte da planície de inundação do Pantanal, que ocupa a maior parte do território municipal de Cáceres (Fig. 1) (Silva & Abdon, 1998).

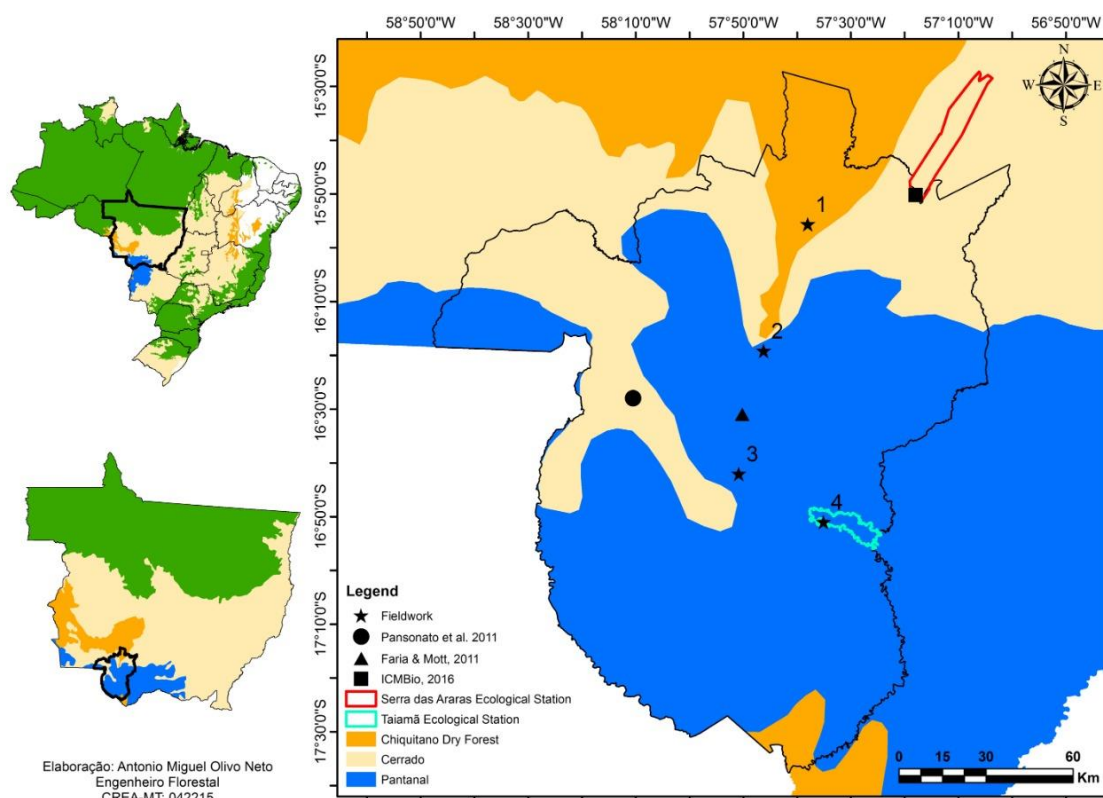


Figura 1. Locais de amostragem no município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Trabalho de campo (estrela): 1- Foz do Rio Sepotuba, 2- Foz do Rio Jauru, 3- Região da Fazenda Morrinhos e 4- Estação Ecológica de Taiamã.

A dinâmica hidrológica do Pantanal de Cáceres é caracterizada por inundações de novembro a janeiro, cheias de fevereiro a abril, vazantes de maio a julho e secas de agosto a outubro (Lázaro *et al.*, 2020). Este fenômeno provoca o transbordamento de rios e lagos da região, regulando processos ecológicos e alternando habitats entre aquáticos e terrestres durante o ano (Alho, 2005).

O Cerrado está presente no Norte do município de Cáceres, região do planalto que circunda o Pantanal. Essa ecorregião é pouco estudada no município, mas apresenta uma riqueza significativa em fitofisionomias savânicas (Moura, 2010). A ecorregião Floresta Seca de Chiquitano está presente no extremo norte e extremo sul de Cáceres. Representando áreas relevantes para pesquisa, pois estão restritas a pequenas porções do território brasileiro, como oeste e sul de Mato Grosso e o extremo oeste de Mato Grosso do Sul (Olson *et al.*, 2001).

Coleta de dados

Para o inventário de espécies de anfíbios no município de Cáceres, foram utilizados três métodos de amostragem: (1) trabalho de campo utilizando apenas armadilhas de queda; (2) análise de espécimes depositados em coleções científicas; e (3) busca em registros na literatura.

O trabalho de campo foi realizado com armadilhas de queda de julho a novembro de 2017 em floresta ripária, em quatro diferentes áreas ao longo do alto curso do rio Paraguai: foz do rio Sepotuba (SR), foz do rio Jauru (RJ), região da fazenda Morrinhos (MF) e Estação Ecológica de Taiamã (EET) (Tab. 1 e Fig. 1). Quatro pontos de armadilha de queda foram instalados em cada área amostrada, sendo dois do lado esquerdo e dois do lado direito do rio.

Esses pontos estavam localizados em áreas de vegetação nativa, às margens do rio Paraguai com distância mínima de 2 km entre si. Três conjuntos de armadilhas foram instalados em cada ponto de amostragem: o primeiro a 20 m da margem do rio, o outro a 100 m e o terceiro a 200 m distante da margem do rio. As armadilhas foram dispostas em forma de 'Y', utilizando-se quatro baldes de 60 L enterrado ao nível do solo, com 15 m de distância entre cada balde interligados por uma cerca-guia de lona de 70 cm de altura (Cechin & Martins, 2000), totalizando 60 armadilhas em 15 pontos amostrais. As armadilhas permaneceram abertas por dez dias consecutivos em cada ponto e foram vistoriadas diariamente pela manhã.

Tabela 1. Áreas amostradas no município de Cáceres, Mato Grosso, Brazil. Região: Foz do rio Sepotuba (RS), Foz do rio Jauru (RJ), Fazenda Morrinhos (FM) e Estação Ecológica de Taiamã (EET). Transição: áreas influenciadas pela Floresta Seca do Chiquitano, Cerrado e Pantanal.

Região	Ecorregião	Período	Latitude	Longitude
RS	Transição	01-10/07/17	15°56'S	57°38'W
RJ	Pantanal	06-16/10/17	16°19'S	57°46'W
FM	Pantanal	09-19/11/17	16°41'S	57°51'W
EET	Pantanal	04-14/08/17	16°51'S	57°35'W

Os espécimes testemunhos foram eutanasiados utilizando-se de administração tópica de lidocaína gel (2%) com pincelamento no interior da boca e/ou na região inguinal. Em espécimes de maior porte foi posteriormente administrado de 0,5 a 2 ml de solução de cloridrato de lidocaína a 2% na região

pleuroperitoneal, fixados em formalina a 10%, e conservados em álcool 70%. Os espécimes foram depositados na coleção do Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. As coletas ocorreram sob licença permanente do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) número 8849-1 e 59443-1, registro de expedição número 10128 e tiveram aprovação no Comitê de Ética de Uso de Animais da UNEMAT, sob processo número 007/2018 CEUA/UNEMAT, parecer 003/2019.

Para obter registros de espécies já registradas para o município de Cáceres, foram visitadas três coleções científicas: (i) Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso (ZUFMT-AMP); (ii) Coleção Herpetológica Célio Haddad, Universidade Estadual Paulista (CFBH); e (iii) Coleção de Anfíbios do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ). A identificação de cada espécime foi verificada por meio da morfologia, literatura e do número de depósito de cada espécime. A nomenclatura utilizada foi de acordo com Segalla *et al.*, (2021) e Frost (2023).

Para complementar os dados, os registros da literatura foram obtidos por meio de busca nas bases de dados internacionais Web of Science, ScienceDirect, Scielo e Scopus na data 06 de novembro de 2020. Nessas bases de dados, foram realizadas buscas para encontrar artigos/trabalhos científicos que relatassem a ocorrência de anfíbios no município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Foram utilizados os seguintes termos (português e inglês) de busca: Herpetofauna; Anfíbios; Anura; Pantanal; Brasil; Mato Grosso e Cáceres, que poderiam ser expressos no título, resumo e/ou palavras-chave. A busca também foi realizada substituindo a ecorregião “Pantanal” por “Cerrado” e “Floresta Seca do Chiquitano”. Os termos foram aplicados em diversas combinações, utilizando-se os operadores booleanos “E” e “Ou”, além de um asterisco após cada um deles, encontrados nas formas singular, plural e variante. O filtro temporal correspondeu a todo o período disponível.

RESULTADOS

Registramos 49 espécies de anfíbios para o município de Cáceres (Tab. 2; Apêndice I). Quarenta e oito espécies pertencentes à ordem Anura, distribuídas em oito famílias e 20 gêneros, com apenas uma espécie da ordem

Gymnophiona (*Siphonops paulensis*). Deste total, 78% (38 spp.) das espécies registradas correspondem a dados presente na literatura (Faria & Mott, 2011; Pansonato *et al.*, 2011; Pansonato *et al.*, 2013; ICMBio, 2016; Neves *et al.*, 2020; Silva-Alves *et al.*, 2020). As coleções científicas representaram 71% (34 spp.) da riqueza, com um total de 363 exemplares. O trabalho de campo com armadilhas *pitfalls* registrou 37% (18 spp.) do total de espécies, com esforço amostral de 1.800 baldes X noite e 575 exemplares coletados. Cinco das espécies listadas foram registradas apenas na amostragem de campo (Tab. 2; Fig. 2).

Os anfíbios registrados em Cáceres apresentam diferentes padrões de distribuição. Encontramos espécies mais comuns no Pantanal (por exemplo, *Lysapsus limellum*, *Elachistocleis corumbaensis*, *E. bicolor*), e típicas do Cerrado (por exemplo, *Rhinella scitula*, *Ameerega braccata*, *Dendropsophus elianae*, *Pristimantis dundeei*, *Pseudopaludicola ameghini*, *P. saltica*), Cerrado/Mata Atlântica (por exemplo, *Leptodactylus mystacinus*), Floresta Semidecídua (por exemplo, *Oreobates heterodactylus*), Chaco (por exemplo, *Leptodactylus bufonius*), e a Amazônia (por exemplo, *Osteocephalus taurinus*, *Scinax nebulosus*).

A região de planície que engloba o Pantanal de Cáceres possui 18 espécies exclusivas de anfíbios, oito são restritas ao ambiente de planalto de entorno (Cerrado e Floresta Seca do Chiquitano) e 24 compartilhados entre ambos (Tab. 1). Além disso, algumas espécies (n = 5) foram restritas ao ambiente florestal, e 17 espécies utilizaram ambientes abertos e florestais. A maioria (28 spp.) foi registrada em formações abertas (Tab. 2). Em relação ao uso de habitat, a maioria (92%) pode utilizar habitat aquático, 63% habitat terrestre, 31% habitat arbóreo e 24% utilizam habitat fossorial (Tab. 2). Apenas duas espécies são exclusivamente aquáticas (*Lysapsus limellum* e *Pseudis platensis*) e duas exclusivamente terrestres (*Oreobates heterodactylus* e *Pristimantis dundeei*).

Nenhuma das 49 espécies de anfíbios registradas para o município de Cáceres está classificada em algum grau de ameaça de extinção (ICMBio, 2018; IUCN, 2022). Cinco espécies estão na categoria “Dados Insuficientes” (DD) e oito não foram avaliadas de acordo com a IUCN (2022) (Apêndice I). As Unidades de Conservação (UCs) da região (EESA/EET) abrigaram 53% do total de espécies, incluindo *E. corumbaensis* na EET (Fig. 2A), que não foi avaliada

quanto ao seu grau de conservação por ausência de dados, e *R. diptycha* (EET/EESA), *R. scitula* (Fig. 2D) (EET), e *P. dundeei* (EESA) classificadas como DD.

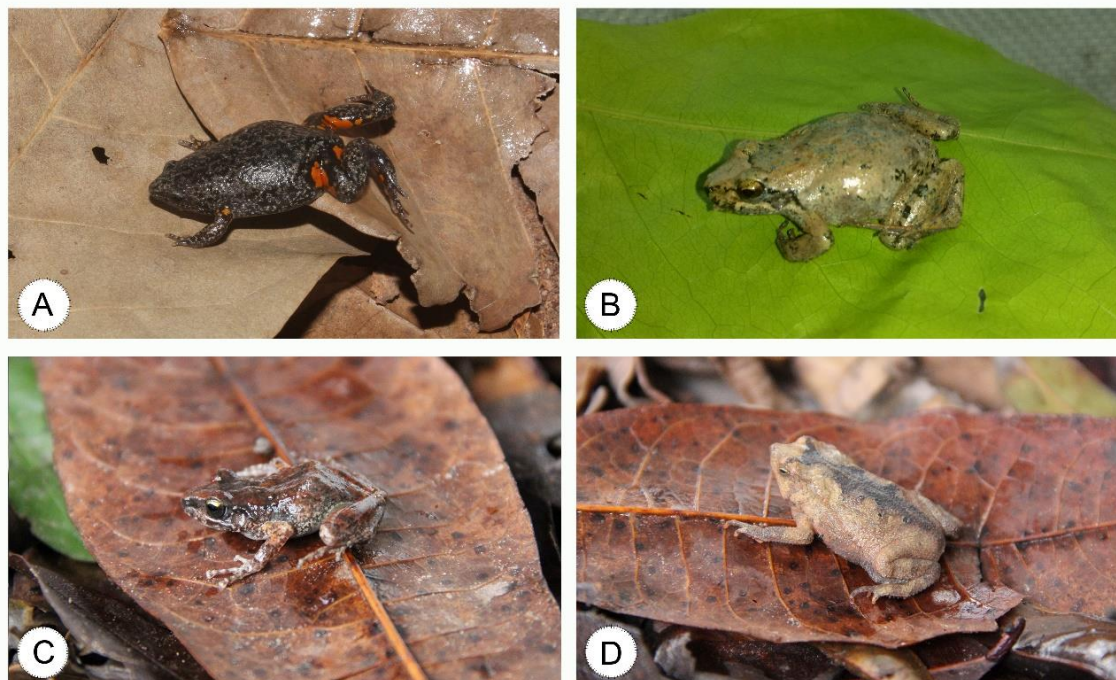


Figura 2. Alguns dos anuros registrados no trabalho de campo, município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. **A** *Elachistocleis corumbaensis* **B** *Leptodactylus* cf. *brevipes* **C** *Oreobates heterodactylus* e **D** *Rhinella scitula* (Foto de D. J. Silva).

Dentre as espécies registradas no município de Cáceres, ampliamos a distribuição geográfica de *Oreobates heterodactylus* em aproximadamente 80 km ao sul de sua localidade-tipo, e reforçamos a ocorrência de *Leptodactylus bufonius* que já havia sido registrada para Cáceres, porém não considerada em publicações posteriores (Fig. 3).

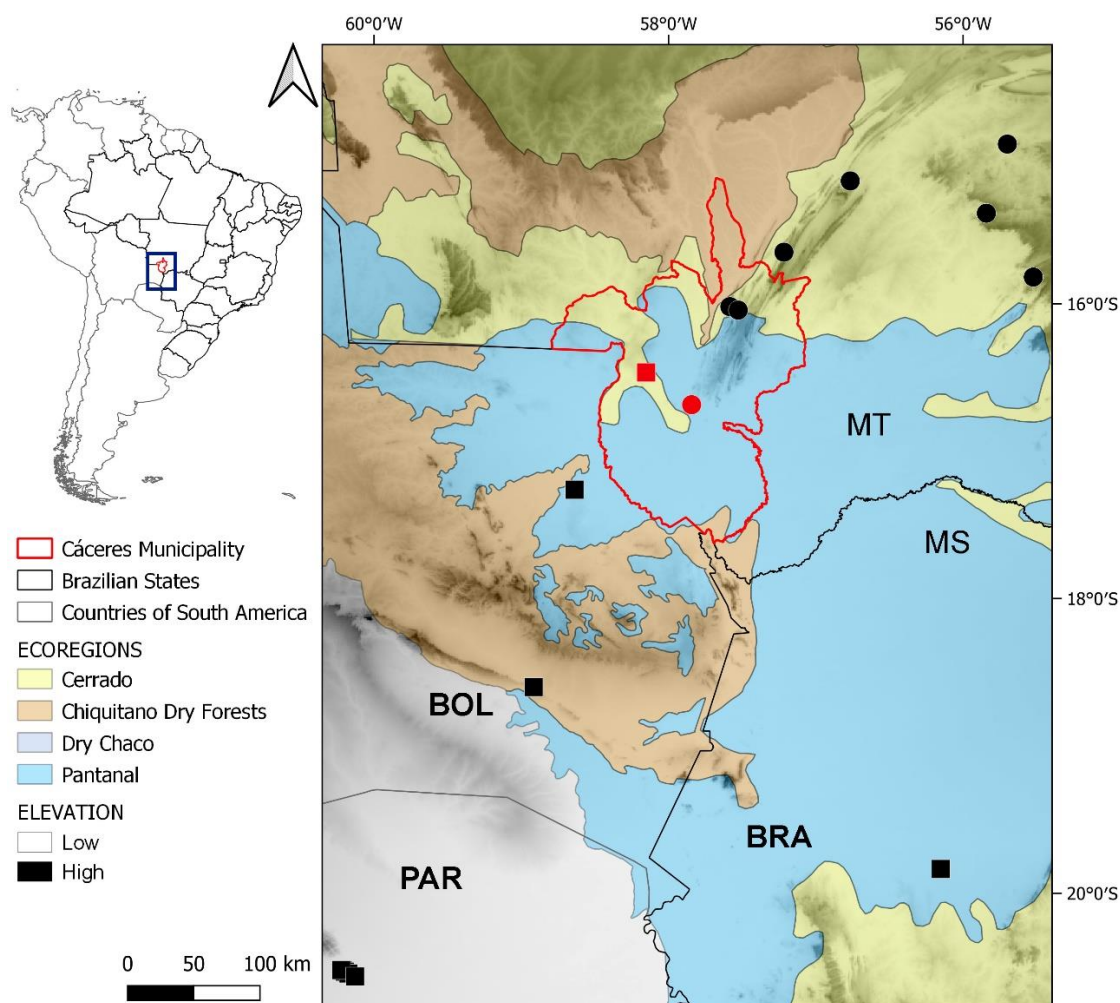


Figura 3. Mapa de distribuição geográfica de *Oreobates heterodactylus* (círculos) e *Leptodactylus bufonius* (quadrados) na região do município de Cáceres (quadro azul no mapa da América do Sul), Mato Grosso, Brasil. Referências: Círculos pretos (Pansonato *et al.*, 2020), círculo vermelho (trabalho de campo – este estudo), quadrados pretos (Neves *et al.*, 2020) e quadrado vermelho (Pansonato *et al.*, 2011). Abreviaturas: BOL = Bolívia, PAR = Paraguai, BRA = Brasil, MT = Estado do Mato Grosso e MS = Estado do Mato Grosso do Sul.

DISCUSSÃO

Diversidade regional de anfíbios

No estado de Mato de Grosso, a riqueza de anfíbios (171 spp.) tende a acompanhar as características morfoclimáticas das diferentes regiões (Ávila *et al.*, 2021). As áreas de transição com influências da Amazônia e Cerrado apresentam riquezas que variam de 30 a 53 espécies ($\bar{x}=43$) (São-Pedro *et al.*,

2009; Ávila & Kawashita-Ribeiro, 2011; Noronha *et al.*, 2015; Rodrigues *et al.*, 2015). Quando a região é dominada apenas pelo Cerrado, a riqueza tende a ser menor e fica entre 16 a 45 espécies ($\bar{x}=31$) (Strüssmann, 2000; Mendes-Pinto & Miranda, 2011; Santos *et al.*, 2011; Bitar *et al.*, 2012; Campos *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2015; ICMBio, 2016). A riqueza média tende a ser menor quando a região possui fitofisionomias do Cerrado e Pantanal ($\bar{x}= 27$), onde o número de espécies varia de 21 a 34 (Silva Jr *et al.*, 2009; Pansonato *et al.*, 2011; Dorado-Rodrigues *et al.*, 2015; Valério *et al.*, 2016).

Atualmente, são conhecidas 113 espécies de anfíbios na Bacia do alto rio Paraguai (Neves *et al.*, 2020), das quais 45% (49 spp.) foram registradas para o município de Cáceres. Assim, o município que apresenta forte influência da formação não-florestal (Cerrado e Pantanal) apresenta uma diversidade significativa, não só para o estado de Mato Grosso (30%), mas também para a bacia hidrográfica em que está inserido. Como já observado, para a diversidade de outros grupos, como as aves (Lopes *et al.*, 2016), Cáceres apresenta elevada riqueza para uma localização não florestal no Brasil.

Considerando as sub-regiões do Pantanal de Mato Grosso, adotadas por Silva & Abdon (1998), o “Pantanal de Poconé” apresenta aproximadamente 32 espécies de anfíbios (Valério-Brun *et al.*, 2010; Dorado-Rodrigues *et al.*, 2015; Valério *et al.*, 2016), enquanto a planície de Cáceres tem maior riqueza, com 42 espécies. As compilações de fauna que abrangem a planície de inundação brasileira variam de 45 a 56 espécies de anfíbios (Strüssmann *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2017; Melo *et al.*, 2021).

No entanto, mesmo com o Pantanal cobrindo a maior parte do município, cerca de 21% das espécies registradas em Cáceres estão mais associadas ao Cerrado, também conhecido como savana tropical (Valdujo *et al.*, 2012). Esta é uma ecorregião ameaçada, onde aproximadamente metade da área total foi convertida principalmente para agricultura e pecuária (Da Silva & Bates, 2002; Klink & Machado, 2005; Lima *et al.*, 2020).

Atualizações de distribuição geográfica

A distribuição de *O. heterodactylus*, foi recentemente reavaliada (ver Pansonato *et al.*, 2020), sendo a localidade-tipo Gruta Fazendinha, no município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Aqui, *O. heterodactylus* (Fig. 2C) foi registrado na FM (Tab. 1), aproximadamente 80 km ao sul de sua localidade-tipo, localizada no final da província serrana “Grupo Alto Paraguai” no limite com a planície de inundação (Ross, 1991). Este é o registro mais ao sul para a espécie e o mais próximo da planície de inundação do Pantanal, em um ambiente de mata ripária semidecídua com afloramentos rochosos.

Leptodactylus bufonius, típico da ecorregião do Chaco (Souza *et al.*, 2016), foi registrada por Pansonato *et al.*, (2011) no município de Cáceres, mais ao norte de sua distribuição, mas ignorado em publicações posteriores (Zamudio *et al.*, 2014; Sanabria *et al.*, 2015; Faggioni *et al.*, 2017; Brusquetti *et al.*, 2019). O registro fotográfico deste exemplar de Cáceres foi citado por Schalk & Leavitt (2017), que também não atribuiu a localização do registro ao apresentar um mapa de distribuição da espécie. Sá *et al.*, (2014) relataram sua ocorrência para Mato Grosso; porém, no mapa de distribuição, a localização é para Mato Grosso do Sul. Assim, a distribuição atual de *L. bufonius* abrange o leste e sudeste da Bolívia ao norte da Argentina, Paraguai e Brasil no estado de Mato Grosso do Sul (Frost, 2023), e município de Cáceres, estado de Mato Grosso, Brasil (Pansonato *et al.*, 2011; Ávila *et al.*, 2021). A influência do Chaco em Cáceres foi demonstrada por Lopes *et al.*, (2016), com o registro de aves típicas desta ecorregião.

CONCLUSÃO

A região de Cáceres se apresenta como um ambiente de transição, com heterogeneidade de fitofisionomias, habitats favoráveis à ocorrência de ampla diversidade de anfíbios e diferentes padrões de distribuição de espécies. Os resultados aqui gerados destacam o município de Cáceres como um dos locais mais ricos em espécies de anfíbios da região do Pantanal e ampliam sua diversidade e conhecimento sobre anuros. Assim, incentivamos novos inventários e estudos de longo prazo, principalmente em lacunas amostrais na Bacia do Alto Paraguai, além de reconhecer a importância das coleções

zoológicas como fontes de informação sobre a biodiversidade. Esse conjunto de dados também constitui uma base de informações que pode ser utilizada nos planos de gestão das UCs envolvidas para manter e salvaguardar a biodiversidade do município de Cáceres e da região ao longo do tempo.

RECONHECIMENTOS

Agradecemos aos curadores dos museus visitados pelo apoio e por nos permitir examinar os espécimes sob seus cuidados. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo o financiamento do Projeto: Erosão da Biodiversidade na Bacia do Alto Paraguai: Impactos do Uso da Terra na Estrutura da Vegetação e Comunidade de Vertebrados Terrestres e Aquáticos (Pedido Nº 037 /2016 – Redes de Pesquisa em Mato Grosso – Processo nº 589188/2016). Agradecemos o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), código de financiamento 001 e portaria nº 206/2018. Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Ampara à Pesquisa do Estado do Mato Grosso (FAPEMAT) por meio de um projeto de pesquisa para o MON (300081/2022-7).

(4) REFERÊNCIAS

- Abreu, F.A. & Souza, J.S.A. 2016. Dinâmica espaço-temporal de focos de calor em duas terras indígenas do Estado de Mato Grosso: uma abordagem geoespacial sobre a dinâmica do uso do fogo por Xavantes e Bororós. *Floresta e Ambiente*, 23(1): 1-10. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.041813>
- Alho, C.J.R. 2005. The Pantanal. In: Frases, L.H. & Keddy, P.A., *The world's Largest Wetlands - Ecology and Conservation*. Cambridge University Press New York, NY, USA, 203-271.
- Alho, C.J.R.; Lacher, T.E. & Gonçalves, H.C. 1988. Environmental Degradation in the Pantanal Ecosystem: In Brazil, the world's largest wetland is being threatened by human activities. *BioScience*, 38: 164-171. <https://doi.org/10.2307/1310449>
- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Moraes J.L.G. & Sparovek, G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22: 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- Andrade, E.B. 2015. Amphibians: Why Preserve?. *Entomology, Ornithology & Herpetology*, 5: 1-2. <https://doi.org/10.4172/2161-0983.1000e114>

- Andrade, E.B.; Leite, J.R.S.A. & Andrade, G.V. 2014. Anurans from the municipality of Ilha Grande, Parnaíba River Delta, Piauí, northeastern Brazil. *Herpetology Notes*, 7: 219-226.
- Aquino, H.C.; Galvanin, E.A.S.; Neves, S.M.A.S & Lima, D. 2017. Análise da dinâmica de pastagem no Pantanal de Cáceres-MT. *Geo UERJ*, 30: 305-328. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2017.21490>
- Araujo, C.O.; Matsukuma, C.K. & Ameida-Santos, S.M. 2013. Taxonomic composition and distribution of anurans in the Upper and Middle Paranapanema, São Paulo state, Brazil. *Biota Neotropica*, 13: 241-258.
- Ávila, R.W. & Kawashita-Ribeiro, R.A. 2011. Herpetofauna of São João da Barra Hydroelectric Plant, state of Mato Grosso, Brazil. *Check List*, 7(6): 750-755. <https://doi.org/10.15560/11014>
- Ávila, R.W.; Morais, D.H.; Maffei, F.; Pansonato, A.; Kawashita-Ribeiro, R.A.; Rodrigues, D.J. & Strüssmann, C. 2021. *Herpetofauna de Mato Grosso: Volume I Anfíbios*. Editora CRV, Curitiba.
- Azevedo, W.S.; Oliveira, A.M. & Costa, E.R. 2021. Herpetofauna from two locations in the state of Roraima, Amazon Rainforest, Brazil. *Herpetology Notes*, 14: 1417-1428.
- Bastazini, C.; Munduruca, J.; Rocha, P. & Napoli, M. 2007. Which environmental variables better explain changes in anuran community composition? A case study in the Restinga of Mata de São João, Bahia, Brazil. *Herpetologica*, 63: 459-471. <http://www.jstor.org/stable/25209083>
- Bitar, Y.O.C.; Pinheiro, L.P.C.; Abe, P.S. & Santos-Costa, M.C. 2012. Species composition and reproductive modes of anurans from a transitional Amazonian forest, Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 29: 19-26. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702012000100003>
- Brusquetti, F.; Netto, F.; Baldo, D. & Haddad, C.F.B. 2019. The influence of Pleistocene glaciations on Chacoan fauna: genetic structure and historical demography of an endemic frog of the South American Gran Chaco. *Biological Journal of the Linnean Society*, 126: 404-416. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/bly203>
- Campos, F.S.; Brito, D. & Solé, M. 2014. Diversity patterns, research trends and mismatches of the investigative efforts to amphibian conservation in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86: 1873-1886.
- Campos, V.A.; Oda, F.H.; Juen, L.; Barth, A. & Dartora, A. 2013. Composição e riqueza de espécies de anfíbios anuros em três diferentes habitats em um agrossistema no Cerrado do Brasil central. *Biota Neotropica*, 13(1): 124-132. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032013000100014>.
- Cechin, S.Z. & Martins, M. 2000. Eficiência de armadilhas de queda (*pitfall traps*) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17: 729-740. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752000000300017>
- Chen, Y.; Zhang, J.; Jiang, J.; Nielsen, S.E. & He, F. 2017. Assessing the effectiveness of China's protected areas to conserve current and future

amphibian diversity. *Diversity & Distributions*, 23(2): 146-157. <https://doi.org/10.1111/ddi.12508>

Christie, A.P.; Amano, T.; Martin, P.A.; Petrovan, S.O.; Shackelford, G.E.; Simmons, B.I.; Smith, R.K.; Williams, D.R.; Wordley, C.F.R. & Sutherland, W.J. 2020. The challenge of biased evidence in conservation. *Conservation Biology*, 35: 249-262.

Da Silva, J.M. & Bates, J. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: A tropical Savanna hotspot. *Bioscience*, 52: 225-233. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0225:BPACIT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0225:BPACIT]2.0.CO;2)

Dorado-Rodrigues, T.F.; Layme, V.M.G.; Silva, F.H.B.; Da Cunha, C.N. & Strüssmann, C. 2015. Effects of shrub encroachment on the anuran community in periodically flooded grasslands of the largest Neotropical wetland. *Austral Ecology*, 40: 547-557. <https://doi.org/10.1111/aec.12222>

Eterovick, P.C.; Carnaval, A.C.O.Q.; Borges-Nojosa, D.M.; Silvano, D.L.; Segalla, M.V. & Sazima, I. 2005. Amphibian declines in Brazil: an overview. *Biotropica*, 37(2): 166-179. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.00024.x>

Faggioni, G.P.; Souza, F.L.; Uetanabaro, M.; Landgref-Filho, P. & Prado, C.P.A. 2017. Diet of *Leptodactylus bufonius* BOULENGER, 1894, in the Brazilian Chaco. *Herpetozoa*, 30: 72-76.

Faria, H.A.B. & Mott, T. 2011. Geographic distribution of caecilians (Gymnophiona, Amphibia) in the state of Mato Grosso, Brazil with a new state record for *Caecilia mertensi* Taylor 1973. *Herpetology Notes*, 4(1): 53-56.

Ferreira R. B.; Silva-Soares T. & Rödder D. 2010. Amphibians of Vitória, an urban area in south-eastern Brazil: first approximation. *Salamandra*, 46: 187-196.

Ferreira, R.B.; Mônico, A.T.; Silva, E.T.; Lirio, F.; Zocca, C.; Mageski, M.M.; Tonini, J.; Beard, K.H.; Duca, C. & Silva-Soares, T. 2019. Amphibians of Santa Teresa, Brazil: the hotspot further evaluated. *ZooKeys*, 857: 139-162. <https://doi.org/10.3897/zookeys.857.30302>

Frost, D.R. 2023. *Amphibian Species of the World*. American Museum of Natural History, New York, USA. <https://doi.org/10.5531/db.vz.0001>. Access: 03/06/2021.

Gondim-Silva, F.A.T.; Andrade, A.R.S.; Abreu, R.O.; Nascimento, J.S.; Corrêa, G.P.; Menezes, L.; Trevisan, C.C.; Camargo, S.S. & Napoli, M.F. 2016. Composition and diversity of anurans in the Restinga of the Conde municipality, northern coast of the state of Bahia, northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 16: e20160157. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2016-0157>

Guglieri, A. Caporal, F.J.M. & Siamarelli, A. 2009. *Modelo de distribuição geográfica de cinco gramíneas invasoras em Mato Grosso do Sul, Brasil*. In: Simpósio De Geotecnologia Do Pantanal, Corumbá (Brasil) INPE.

Haddad, C.F.B.; Lourenço, A.C.C.; Mângia, S.; Mott, T.; Nascimento, L.B.; Toledo, L.F.; Werneck,

Harris, M.B.; Tomas, W.M.; Mourão, G.; Da Silva, C.J.; Guimarães, E. & Fachim, E. 2005. Desafios para proteger o Pantanal brasileiro: ameaças e iniciativas em conservação. *Megadiversidade*, 1: 56-164.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). 2022. Portal do IBGE. Available: <https://www.ibge.gov.br/cidades>. Access: 22/04/2022.

ICMBio (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE). 2016. *Plano de Manejo da Estação Ecológica da Serra das Araras*. ICMBio/MMA, Brasília. 259p.

ICMBio (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE). 2018. *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. ICMBio/MMA, Brasília. 495p.

ICMBio (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE). 2022. *Pantanal*. Available: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/pantanal>. Access: 22/04/2022.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2021. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2021-1. Available: <https://www.iucnredlist.org>. Access: 22/04/2021.

Klink, C.A. & Machado, R.B. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, 19: 707-713. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x>

Lawler, J.J.; Aukema, J.E.; Grant, J.B.; Halpern, B.S.; Kareiva, P.; Nelson, C.R.; Ohlert, K.; Olden, J.D.; Schlaepfer, M.A.; Silliman, B.R. & Zaradic, P. 2006. Conservation science: a 20-year report card. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4: 473-480.

Lázaro, W.L.; Oliveira-Júnior, E.S.; Silva, C.J.; Castrillon, S.K.I. & Muniz, C.C. 2020. Climate change reflected in one of the largest wetlands in the world: an overview of the Northern Pantanal water regime. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32: e104. <http://doi.org/10.1590/s2179-975x7619>

Leandro, G.R.S. & Rocha, P.C. 2019. Expansão agropecuária e degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Sepotuba - Alto Paraguai, Mato Grosso - Brasil. *Sociedade & Natureza*, 31: 1-21. <https://doi.org/10.14393/SN-v31-2019-45603>

Lima, M.; Silva Junior, C.A.; Pelissari, T.D.; Lourençoni, T.; Luz, I.M.S. & Lopes, F.J.A. 2020. Sugarcane: Brazilian public policies threaten the Amazon and Pantanal biomes. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(3): 210-212. <http://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.06.002>

Lopes, L.E.; Pinho, J.B.; Ortiz, A.; Evangelista, M.M.; Silveira, L.F.; Schunck, F. & Develey, P.F. 2016. Birds from Cáceres, Mato Grosso: the highest species richness ever recorded in a Brazilian non-forest region. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 24: 137-167. <https://doi.org/10.1007/BF03544342>

Margules, C.R. & Pressey, R.L. 2000. Systematic conservation planning. *Nature*, 405: 243-243. <https://doi.org/10.1038/35012251>

- McCallum, M.L. 2007. Amphibian decline or extinction? Current declines dwarf background extinction rate. *Journal of Herpetology*, 41: 483-491. [https://doi.org/10.1670/0022-1511\(2007\)41\[483:ADOECD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1670/0022-1511(2007)41[483:ADOECD]2.0.CO;2)
- Melo, M.V.; Filho, P.L.; Martins, F.I. & Aoki, C. 2021. Anfíbios e Répteis de Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Brazilian Journal of Desenvolvim*, 7: 8174-8190.
- Mendes-Pinto, T.J. & Miranda, I.M. 2011. Levantamento herpetofaunístico de uma área de Cerrado em Alto Araguaia, Mato Grosso, Brasil. *Revista de Biologia e Farmácia*, 06(2): 129-137.
- Moura, I.O. 2010. *Fitogeografia do cerrado rupestre: relações florísticoestruturais e ecológicas de espécies lenhosas*. Doctoral Thesis. Universidade de Brasília, Brasília, Brazil.
- Moura, M.R. & Jetz, W. 2021. Shortfalls and opportunities in terrestrial vertebrate species discovery. *Nature Ecology & Evolution*, 5: 631-639.
- Neves, M. O.; Ferreira, V. G.; Fonseca, E. M.; Ceron, K.; Varela-Rios, C.H. & Carvalho, R.H. 2017. Anurans of juiz de fora municipality, zona da mata of Minas Gerais state, Brazil. *Oecologia Australis*, 21: 374-384. <https://doi.org/10.4257/oeco.2017.2104.02>
- Neves, M.O.; Cabral, H.; Pedrozo, M.; Ferreira, V.L.; Moura, M. & Santana, D.J. 2020. Dataset of occurrences and ecological traits of amphibians from Upper Paraguay River Basin, central South America. *Nature Conservation*, 41: 71-89. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.41.54265>
- Noronha, J.C.; Lima, M.M.; Velasquez, C.L.; Almeida, E.J.; Barros, A.B. & Rodrigues, D.J. 2015. Update das espécies de anuros da Fazenda São Nicolau, Mato Grosso, Brasil. *Scientific Electronic Archives*, 8(1): 15-25.
- Nunes da Cunha, C, & Junk, W.J. 2019. *Identificação e análise das ameaças e impactos no componente Pantanal e recomendações para salvaguardá-lo*. Wetlands International. Available: https://lac.wetlands.org/wp-content/uploads/sites/2/dlm_uploads/2020/01/20191021_Identificacao-e-Anlise-das-Ameacas-e-Impactos-Pantanal.pdf. Access: 03/06/2021.
- Olson, D.M.; Dinerstein, E.; Wikramanayake, E.D.; Burgess, N.D.; Powell, G.V.N.; Underwood, C.E.; D'Amico, J.A.; Itoua, I.; Strand, H.E.; Morrison, J.C.; Loucks, C.J.; Allnutt, T.F.; Ricketts, T.H.; Kura, Y.; Lamoreux, J.F.; Wettengel, W.W.; Hedao, P. & Kassem, K.R. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth. *BioScience*, 51: 933-938. [http://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- Pansonato, A.; Motta, A.; Cacciali, P.; Haddad, C.F.B.; Strüssmann, C. & Jansen, M. 2020. On the identity of species of *Oreobates* (Anura: Craugastoridae) from Central South America, with the description of a new species from Bolivia. *Journal of Herpetology*, 54: 393-412. <https://doi.org/10.1670/20-001>
- Pansonato, A.; Mott, T. & Strüssmann, C. 2011. Anuran amphibians' diversity in a northwestern area of the Brazilian Pantanal. *Biota Neotropica*, 11: 77-86. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000400008>

- Pansonato, A.; Strüssmann, C.; Mudrek, J. R. & Martins, I. A. 2013. Morphometric and bioacoustic data on three species of *Pseudopaludicola* Miranda-Ribeiro, 1926 (Anura: Leptodactylidae: Leiuperinae) described from Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brazil, with the revalidation of *Pseudopaludicola ameghini* (Cope, 1887). *Zootaxa*, 3620, 147-162. <http://doi.org/10.11646/zootaxa.3620.1.7>
- Pereira, E.; Santana, D.; Neves, M.; Hote, P. & Feio, R. 2016. Anurans of the municipality of Barão de Monte Alto, state of Minas Gerais, southeastern Brazil. *Check List*, 12: 1-13. <https://doi.org/10.15560/12.5.1977>
- Prado, A.L.D.; Heckman, C.W. & Martins, F.R. 1994. The seasonal succession of biotic communities in Wetlands of the Tropical Wet-and-Dry Climatic Zone: II. The aquatic macrophyte vegetation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 79: 569-589. <https://doi.org/10.1002/iroh.19940790407>
- Protázio, A.S.; Protázio, A.S.; Silva, L.S.; Conceição, L.C.; Braga, H.S.N.; Santos, U.G.; Ribeiro, A.C.; Almeida, A.C.; Gama, V.; Vieira, M.V.S.A. & Silva, T.A.F. 2021. Amphibians and reptiles of the Atlantic Forest in Recôncavo Baiano, east Brazil: Cruz das Almas municipality. *ZooKeys*, 1060: 125-153. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1060.62982>
- Prudente, A.L.; Sturaro, M.; Travassos, A.; Maschio, G. & Santos-Costa, M.C. 2013. Anurans of the Urucu Petrol Basin, municipality of Coari, State of Amazonas, northern Brazil. *Check List*, 9: 601-606. <https://doi.org/10.15560/9.3.601>
- Rodrigues, D.J.; Noronha, J.C.; Lima, M.M.; Barros, A.B.; Faria, A.N. & Almeida, E.J. 2015. Herpetofauna. In: Rodrigues DJ, Noronha JC, Vindica VF, Barbosa FR (Eds.). *Biodiversidade do Parque Estadual Cristalino*. Áttema Editorial, Sinop-MT. 207-224.
- Ross, J.L.S. 1991. O contexto geotectônico e a morfogênese da Província Serrana de Mato Grosso. *Revista do Instituto Geológico*, 12: 21-37.
- Sá, R.O.; Grant, T.; Camargo, A.; Heyer, W.R.; Ponssa, M.L. & Stanley, E. 2014. Systematics of the Neotropical Genus *Leptodactylus* Fitzinger, 1826 (Anura: Leptodactylidae): Phylogeny, the Relevance of Non-molecular Evidence, and Species Accounts. *South American Journal of Herpetology*, 9: 1-128. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-13-00022.1>
- Sanabria, E.A.; Vergara, C.; Wetten, P.; Aragon, J. & Gonzalez, E. 2015. *Leptodactylus bufonius* (Boulenger, 1894) (Anura, Leptodactylidae): Ampliación del rango de distribución para la provincia de San Juan (República Argentina). *Cuadernos de Herpetología*, 29(2): 167-168.
- Santos, M.; Ávila, R. & Kawashita-Ribeiro, R. 2011. Checklist of the amphibians and reptiles in Nobres municipality, Mato Grosso state, central Brazil. *Herpetology Notes*, 4: 455-461.
- São-Pedro, V.A.; Costa, H.C. & Feio, R.N. 2009. *A Herpetofauna da AHE Dardanelos, Aripuanã, Mato Grosso*. Viçosa-MG, 40p. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2660.7600>

- Schalk, C.M. & Leavitt, B.B. 2017. *Leptodactylus bufonius*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, 905: 1-22.
- Segalla, M.V.; Berneck, B.; Canedo, C.; Caramaschi, U.; Cruz, C.A.G.; Garcia, P.C.A.; Grant, T.; F.P. & Langone, J.A. 2021. List of Brazilian Amphibians. *Herpetologia Brasileira*, 10: 121-216. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4716176>
- Serafim, H.; Cicchi, P.J.P.; lenne, S. & Jim, J. 2008. Anurans of remnants of Atlantic Forest of São José do Barreiro municipality, São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica*, 8. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000200007>
- Silva Jr, N.J.S.; Cintra, C.E.D.; Silva, H.L.R.; Costa, M.C.; Souza, C.A.; Pachêco Jr, A.A. & Gonçalves, F.A. 2009. Herpetofauna, Ponte de Pedra Hydroelectric Power Plant, states of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul, Brazil. *Check List*, 5: 518-525. <https://doi.org/10.15560/5.3.518>
- Silva, J.S.V.D. & Abdon, M.M. 1998. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas Sub-Regiões. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33: 1703-1711.
- Silva, L.A.; Carvalho, P.S.; Pereira, E.A.; Fadel, R.M.; Dantas, S.P.; Brandão, R.A. & Santana, D.J. 2020. Richness, diversity patterns, and taxonomic notes of amphibians from the Tocantins state. *Biota Neotropica*, 20(1): e20190838. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2019-0838>
- Silva, M.C.; Oliveira, R.H.; Moraes, D.H.; Kawashita-Ribeiro, R.A.; Brito, E.S. & Ávila, R.W. 2015. Amphibians and reptiles of a Cerrado area in Primavera do Leste Municipality, Mato Grosso State, Central Brazil. *Salamandra*, 51: 187-194.
- Silva-Alves, V.D.; Santos-Filho, M.; Mudrek, J.R.; Silva, O. & Silva, D. 2020. *Leptodactylus latrans* (Butter Frog) Diet. *Herpetological Review*, 51: 299-300.
- Silveira, L.F.; Beisiegel, B.M.; Curcio, F.F.; Valdujo, P.H.; Dixo, M.; Verdade, V.K.; Mattox, G.M.T. & Cunningham, P.T.M. 2010. Para que servem os inventários de fauna?. *Estudos Avançados*, 24: 173-207.
- Souza, F.L.; Prado, C.P.A.; Sugai, J.L.M.M.; Ferreira, V.L.; Aoki, C.; Landgraf-Filho, P.; Strüssmann, C.; Ávila, R.W.; Rodrigues, D.J.; Albuquerque, N.R.; Terra, J.; Uetanabaro, M.; Béda, A.F.; Piatti, L.; Kawashita-Ribeiro, R.A.; Delatorre, M.; Faggioni, G.P.; Demczuk, S.D.B. & Duleba, S. 2017. Diversidade de anfíbios do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 107: e2017152. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017152>
- Souza, F.L.; Uetanabaro, M.; Landgraf-Filho, P.; Piatti, L. & Prado, C.P.A. 2010. Herpetofauna, municipality of Porto Murtinho, Chaco region, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Check List*, 6: 470-475. <https://doi.org/10.15560/6.3.470>
- Strüssmann, C. 2000. Herpetofauna. In: Alho C.J.R.; Conceição, P.N.; Constantino, R.; Schlemmermeyer, T.; Strüssmann, C.; Vasconcelos, L.A.S.; Oliveira, D.M.M. & Schneider, M. (eds.) *Fauna silvestre da região do Rio Manso, MT*. Ministério do Meio Ambiente/Edições IBAMA/Centrais Elétricas do Norte do Brasil, Brasília, 153-189.
- Strüssmann, C.; Prado, C.P.A.; Ferreira, V.L. & Kawashita-Ribeiro, R.A. 2011. Diversity, ecology, management and conservation of amphibians and reptiles of the Brazilian Pantanal: a review. In: Junk, W.J.; Da Silva, C.J. & Nunes da Cunha,

C. (Eds.) *The Pantanal: Ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland*. Pensoft Publishers, Sofia–Moscow, 495-519.

Sumanasekara, V.D.W.; Dissanayake, D.M.M.R. & Seneviratne, H.T.J. 2015. Review on use of amphibian taxa as a bio-indicator for watershed health and stresses. *Annual NBRO Symposium on Innovations for Resilient Environment*, 1: 1-5.

Toledo, L.F.; De Carvalho, S.P.; Sánchez, C.; Almeida, M.A. & Haddad, C.F.B. 2010. A revisão do Código Florestal Brasileiro: impactos negativos para a conservação dos anfíbios. *Biota Neotropica*, 10(4): 35-38.

Tomas, W.M.; Berlinck, C.N.; Chiaravalloti, R.M. *et al.* 2021. Counting the dead: 17 million vertebrates directly killed by the 2020's wildfires in the Pantanal wetland, Brazil. *Scientific reports*, 11: 1–16. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-859794/v1>

UCB (Unidades de Conservação no Brasil). 2022. *Instituto socioambiental*. Available: <https://uc.socioambiental.org>. Access: 22/04/2022.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). 2022. *World Heritage List*. Available: <https://whc.unesco.org/en/list/>. Access: 22/04/2022.

Valdujo, P.H.; Silvano, D.L.; Colli, G. & Martins, M. 2012. Anuran Species Composition and Distribution Patterns in Brazilian Cerrado, a Neotropical Hotspot. *South American Journal of Herpetology*, 7: 63-78. <https://doi.org/10.2994/057.007.0209>

Valério, L.M.; Dorado-Rodrigues, T.F.; Chupel, T.F.; Penha, J. & Strüssmann, C. 2016. Vegetation Structure and Hydroperiod Affect Anuran Composition in a Large Neotropical Wetland. *Herpetologica*, 72: 181-188. <https://doi.org/10.1655/Herpetologica-D-14-00069.1>

Valério-Brun, L.M.; Pansonato, P.; Solino-Carvalho, L.A.; Strüssmann, C.; Mott, T. & Roberto de Moraes Lima Silveira, R.M.L. 2010. Sapos, rãs e pererecas. In: Fernandes, I.M.; Signor, C.S. & Penha, J. *Biodiversidade no Pantanal de Poconé*. Áttema Design Editorial, Manaus, 121-136.

Welsh, H. & Ollivier L. 1998. Stream Amphibians as Indicators of Ecosystem Stress: A Case Study from California's Redwoods. *Ecological Applications*, 8: 1118-1132. <https://doi.org/10.2307/2640966>

Zamudio, K.R.; Souza, F.L.; Prado, C.P.A. & Faggioni, G.P. 2014. Isolation and characterization of microsatellites markers for two South American frogs (*Leptodactylus bufonius* and *L. chaquensis*) using next generation sequencing. *Amphibia-Reptilia*, 35: 405-412. <https://doi.org/10.1163/15685381-00002961>

Tabela 2. Espécies de anfíbios registradas no município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Habitats: formação aberta (FA), mata ripária (MR) e fragmento florestal (FF). Uso do habitat: Aquático (aq), Arbóreo (ar), Fossorial (fo) e Terrestre (te). UCs (Unidades de conservação): EET = Estação Ecológica de Taiamã e EESA = Estação Ecológica da Serra das Araras. Referências: Trabalho de campo (F), Coleções científicas (CC) e literatura: Faria & Mott (2011) (L1), Pansonato et al. (2011) (L2), Pansonato et al. (2013) (L3), ICMBio (2016) (L4) e Silva-Alves et al. (2020) (L5).

Família/ Espécies	Habitat (Uso do habitat)	UCs	Macrorregião	Referências
Bufonidae				
<i>Rhinella major</i> (Müller & Hellmich, 1936)	FA (aq, te)	-	Planalto/Planície	CC/L2
<i>Rhinella scitula</i> (Caramaschi & Niemeyer, 2003)	FF, FA, MR (aq, te)	EET	Planície	F
<i>Rhinella diptycha</i> (Cope, 1862)	FA, MR (aq, te)	EET/EESA	Planalto/Planície	F/L2/L4
Dendrobatidae				
<i>Ameerega braccata</i> (Steindachner, 1864)	FF (aq, te)	EESA	Planalto	CC/L4
Craugastoridae				
<i>Oreobates heterodactylus</i> (Miranda-Ribeiro, 1937)	FF, MR (te)	-	Planalto	F
<i>Pristimantis dundeei</i> (Heyer & Muñoz, 1999)	FF (ar, te)	EESA	Planalto	L4
Hylidae				
<i>Boana albopunctata</i> (Spix, 1824)	FA (aq, ar)	EESA	Planalto	L4
<i>Boana geographica</i> (Spix, 1824)	FA, MR (aq, ar, te)	-	Planície	F
<i>Boana punctata</i> (Schneider, 1799)	FA (aq, ar)	EESA	Planalto/Planície	CC
<i>Boana raniceps</i> (Cope, 1862)	FA (aq, ar)	EET/EESA	Planalto/Planície	CC/F/L2/L4
<i>Dendropsophus elianae</i> (Napoli & Caramaschi, 2000)	FA (aq, ar)	-	Planície	SC
<i>Dendropsophus melanargyreus</i> (Cope, 1887)	FA (aq, ar)	EESA	Planalto/Planície	CC/L2/L4
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	FA (aq, ar)	EESA	Planalto/Planície	CC/L2/L4
<i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1889)	FA (aq, ar)	EESA	Planalto/Planície	CC/F/L2/L4
<i>Lysapsus limellum</i> Cope, 1862	FA (aq)	-	Planalto/Planície	CC/L2
<i>Osteocephalus taurinus</i> Steindachner, 1862	FF (aq, ar)	EESA	Planalto	L4

<i>Pseudis platensis</i> Gallardo, 1961	FA (aq)	-	Planalto/Planície	CC/L2
<i>Scinax acuminatus</i> (Cope, 1862)	FA (aq, ar)	-	Planície	CC/L2
<i>Scinax fuscomarginatus</i> (Lutz, 1925)	FA (aq, ar)	-	Planalto/Planície	CC/L2
<i>Scinax fuscovarius</i> (Lutz, 1925)	FA (aq, ar)	EESA	Planalto/Planície	CC/L2/L4
<i>Scinax nasicus</i> (Cope, 1862)	FA (aq, ar)	-	Planície	CC/L2
<i>Scinax nebulosus</i> (Spix, 1824)	FA (aq, ar)	-	Planalto/Planície	CC
<i>Trachycephalus typhonius</i> (Linnaeus, 1758)	FA (aq, ar)	EESA	Planalto/Planície	CC/L2/L4
Leptodactylidae				
<i>Adenomera</i> cf. <i>diptyx</i> (Boettger, 1885)	FA, MR (fo, te)	-	Planície	CC/F
<i>Leptodactylus bufonius</i> Boulenger, 1894	FA (aq, fo, te)	-	Planície	L2
<i>Leptodactylus macrosternum</i> Miranda-Ribeiro, 1926	FA (aq, te)	EESA	Planalto/Planície	CC/F/L2/L4
<i>Leptodactylus elenae</i> Heyer, 1978	FA, MR (aq, fo, te)	-	Planalto/Planície	CC/F/L2
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	FA (aq, fo, te)	EESA	Planalto/Planície	CC/L2/L4
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i> (Spix, 1824)	FF, FA, MR (aq, te)	-	Planalto/Planície	CC/L2/L4
<i>Leptodactylus luctator</i> (Hudson, 1892)	FA (aq, te)	EET	Planície	L5
<i>Leptodactylus mystacinus</i> (Burmeister, 1861)	FF, FA (aq, fo, te)	EESA	Planalto/Planície	CC/L2/L4
<i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862)	FA, MR (aq, te)	EET	Planalto/Planície	CC/F/L2
<i>Leptodactylus</i> cf. <i>brevipes</i> Cope, 1887	MR (aq, te)	EET	Planície	F
<i>Leptodactylus syphax</i> Bokermann, 1969	FF, FA (aq, te)	EESA	Planalto	L4
<i>Physalaemus albonotatus</i> (Steindachner, 1864)	FA, MR (aq, te)	EET	Planalto/Planície	CC/F/L2/L4
<i>Physalaemus biligonigerus</i> (Cope, 1861)	FA (aq, te)	-	Planície	CC/L2
<i>Physalaemus centralis</i> Bokermann, 1962	FA (aq, te)	-	Planície	CC/L2
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	FA (aq, te)	EESA	Planalto	L4

<i>Physalaemus nattereri</i> (Steindachner, 1863)	FA (aq, te)	EESA	Planalto/Planície	CC/L2/L4
<i>Pseudopaludicola ameghini</i> (Cope, 1887)	FA (aq)	-	Planície	L3
<i>Pseudopaludicola motorzinho</i> Pansonato, Veiga-Menoncello, Mudrek, Jansen, Recco-Pimentel, Martins & Strüssmann, 2016	FA, MR (aq, te)	-	Planície	CC/F
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope, 1887)	FA, MR (aq, te)	-	Planície	CC/F
<i>Pseudopaludicola saltica</i> (Cope, 1887)	FA (aq, te)	EESA	Planalto	L4
Microhylidae				
<i>Chiasmocleis albopunctata</i> (Boettger, 1885)	FF, FA, MR (aq, fo, te)	EESA	Planalto/Planície	CC/F/L2/L4
<i>Dermatonotus muelleri</i> (Boettger, 1885)	FF, FA (aq, fo, te)	-	Planalto/Planície	CC/F/L2
<i>Elachistocleis corumbaensis</i> Piva, Caramaschi & Albuquerque, 2017	FA, MR (aq, fo, te)	EET	Planície	F
<i>Elachistocleis bicolor</i> (Guérin-Méneville, 1838)	FA, MR (aq, fo, te)	EET	Planície	CC/F/L2
Phyllomedusidae				
<i>Pithecopus azureus</i> (Cope, 1862)	FA (aq, ar)	-	Planalto/Planície	CC/L2
Syphonopidae				
<i>Siphonops paulensis</i> Boettger, 1892	FA (fo, te)	-	Planície	L1

Apêndice I

Listagem de espécimes testemunhos para o município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Abreviaturas: IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais): DD = Dados insuficientes, LC = Menos preocupante e NE = Não avaliada. Acervo Científico: UFMT = Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso; CFBH = Coleção Herpetológica Célio Haddad e UNEMAT-CH = Coleção Herpetológica da Universidade do Estado de Mato Grosso.

Espécies	IUCN	Lista vermelha brasileira	Comprovante
<i>Adenomera cf. diptyx</i>	LC	LC	(UNEMAT-CH A0013, 23, 25, 49, 83, 319, 383.422), (UFMT 10334, 10347, 10345)
<i>Ameerega braccata</i>	LC	LC	(CFBH 34998)
<i>Boana albopunctata</i>	LC	LC	(UFMT 374)
<i>Boana geographica</i>	LC	LC	(UNEMAT-CH A0160, 161.181-34, 191)
<i>Boana punctata</i>	LC	LC	(UFMT 1092)
<i>Boana raniceps</i>	LC	LC	(CFBH 21621) (UFMT 1053-55, 10254-62)
<i>Chiasmocleis albopunctata</i>	LC	LC	(UNEMAT-CH A0491) (UFMT 10398)
<i>Dendropsophus elianeae</i>	LC	LC	(UFMT 10277-80)
<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	LC	LC	(CFBH 752, 35484-85) (UFMT 10281-85, 714-17)
<i>Dendropsophus minutus</i>	LC	LC	(UFMT 1057-59, 10268-75)
<i>Dendropsophus nanus</i>	LC	LC	(UFMT 1060-64, 1339, 10297-315)
<i>Dermatonotus muelleri</i>	LC	LC	(UNEMAT-CH A0245-55, 261-63, 266-69) (UFMT 1039, 1079, 10209-20) (MNRJ 34130-32)
<i>Elachistocleis corumbaensis</i>	NE	NE	(UNEMAT-CH A0002, 61, 66, 72) (UFMT 11329)
<i>Elachistocleis bicolor</i>	LC	LC	(UNEMAT-CH A071,63, 209, 256-60, 264-65) (UFMT 10407, 10411-18)
<i>Leptodactylus bufonius</i>	LC	LC	(UFMT 10540)
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	LC	LC	(UNEMAT-CH A0003-4, 19, 37-39, 58, 306, 324, 331, 334, 375, 421) (UFMT 1087, 10438-44)
<i>Leptodactylus elenae</i>	LC	LC	(UNEMAT-CH A0027, 56, 222-23, 243-44, 289, 299, 309-10, 316, 333, 368, 417-20) (UFMT 1341, 10316-25, 10327-30)
<i>Leptodactylus fuscus</i>	LC	LC	(UFMT 1098-99, 1342, 10331-33, 10335-44, 103346)
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	LC	LC	(UFMT 1366, 10432-33)
<i>Leptodactylus luctator</i>	LC	LC	(UNEMAT-CH A0080)
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	LC	LC	(UFMT 10437-38)

<i>Leptodactylus podicipinus</i>	LC	LC	(UNEMAT-CH A0005-9, 15-18, 22, 28-34, 40-48, 60, 62, 65, 78, 84-85, 157, 166, 205, 207, 220-21, 224-26, 231-36, 239-51, 270-78, 284-88, 290-91, 298, 307, 313, 315, 317, 321, 323, 325, 327, 329, 335, 344, 346, 350-59, 369-74, 377-82, 389-407, 408-416, 605, 608) (UFMT 1088, 1085-97) (CFBH 28622-26)
<i>Leptodactylus cf. brevipes</i>	-	NE	(UNEMAT-CH A0073)
<i>Leptodactylus syphax</i>	LC	LC	(UFMT 10615)
<i>Lysapsus limellum</i>	LC	LC	(UFMT 1094, 2185, 10371-83)
<i>Oreobates heterodactylus</i>	DD	LC	(UNEMAT-CH A0230, 308, 322, 326, 328, 330, 337, 339)
<i>Osteocephalus taurinus</i>	LC	LC	(UFMT 13849)
<i>Physalaemus albonotatus</i>	LC	LC	(UNEMAT-CH A0219, 305, 312, 314, 320, 332) (UFMT 6645, 10364-70, 10510, 10555, 10570-71, 10574)
<i>Physalaemus biligonigerus</i>	LC	LC	(UFMT 6646, 10351, 10356-63)
<i>Physalaemus centralis</i>	LC	LC	(UFMT 10354-55)
<i>Physalaemus cuvieri</i>	LC	LC	(UFMT 10624)
<i>Physalaemus nattereri</i>	LC	LC	(UFMT 10348-50, 10352-53)
<i>Pithecopus azureus</i>	LC	LC	(UFMT 718, 1091, 10245-53)
<i>Pristimantis dundeei</i>	DD	LC	(UFMT 10626)
<i>Pseudis platensis</i>	DD	LC	(UFMT 1046-52, 10384)
<i>Pseudopaludicola ameghini</i>	NE	DD	(UFMT 13654)
<i>Pseudopaludicola motorzinho</i>	NE	NE	(UNEMAT-CH A0012, A0052)
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	LC	LC	(UNEMAT-CH A0011, A0024, A0051) (UFMT 10445-60, 10462-75, 10477-10509)
<i>Pseudopaludicola saltica</i>	LC	LC	(UFMT 10637)
<i>Rhinella diptycha</i>	DD	LC	(UNEMAT-CH A0001, 54, 67, 74-77, 86, 156, 158, 162-63, 167, 169, 173, 179-80, 185, 188-90, 200, 202-04, 208, 210-18, 253, 279-83, 292-97, 300-04, 311, 318, 336, 338, 340, 345, 347-48, 376, 387-88, 423, 607) (UFMT 1025, 1343, 1365, 10422-23, 36536-37)
<i>Rhinella major</i>	NE	LC	(UFMT 704, 1086, 10424-31)
<i>Rhinella scitula</i>	DD	LC	(UNEMAT-CH A0014, 20, 21, 26, 35-36, 50, 55, 57, 159, 164-65, 168, 170-72, 174-78, 192-99, 201, 206, 227-29, 237-38, 252, 341-43, 360-67, 385-86, 424-25, 602-04)
<i>Scinax acuminatus</i>	LC	LC	(UFMT 10229-30)
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	LC	LC	(UFMT 1065-73, 10233-36, 10240-44)
<i>Scinax fuscovarius</i>	LC	LC	(UFMT 1040, 10221-22, 10224, 10231)
<i>Scinax nasicus</i>	LC	LC	(UFMT 10223, 10225-28, 10232, 10237-39)

<i>Scinax nebulosus</i>	LC	LC	(UFMT 1018-19, 1081-82, 1089)
<i>Siphonops paulensis</i>	LC	LC	(UFMT 6825)
<i>Trachycephalus typhonius</i>	LC	LC	(UFMT 10263-76, 10276)

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Vancleber Divino Silva-Alves: Conceituação, Metodologia, Curadoria de dados, Análise formal, Redação - rascunho original, Visualização, Investigação. Redação - revisão e edição. **Mariany de Fátima Rocha Seba:** Conceituação, Curadoria de dados, Redação - rascunho original, Visualização, Investigação. Redação - revisão e edição. **Dionei José da Silva:** Aquisição de financiamento, Conceituação, Metodologia, Curadoria de dados, Análise formal, Redação - rascunho original, Visualização, Investigação. Redação - revisão e edição.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REPRESENTATIVIDADE DE ANFÍBIOS NA COLEÇÃO HERPETOLÓGICA CELBE/UNEMAT PARA REGIÃO NORTE DA BACIA DO ALTO RIO PARAGUAI, BRASIL

[Artigo aceito na Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais]

Vancleber Divino SILVA-ALVES^{1,3,*}, Eder Correa FERMIANO^{1,3,*}, Mariany de Fátima Rocha SEBA^{1,3}, Marcia Karine dos SANTOS^{1,3}, Odair Diogo da SILVA^{1,3} e Dionei José da SILVA^{1,2,3}

¹. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Mato Grosso. Av. Santos Dumont, Cidade Universitária (Bloco II), Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

². Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Universidade do Estado de Mato Grosso. Haste. MT 358 Km 07, Caixa Postal 287, Jardim Aeroporto, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

³. Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal, Universidade do Estado de Mato Grosso. Av. Santos Dumont, Cidade Universitária (Bloco II), Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

* Autores correspondentes, VD Silva-Alves, E-mail: vanclebeer@gmail.com
EC Fermiano, E-mail: edderfermiano@gmail.com

Anfíbios do norte da Bacia do Alto Paraguai

Resumo. A diversidade de anfíbios na região neotropical permanece pouco estudada, e se torna uma preocupação à medida que esses organismos correspondem ao grupo de vertebrado mais ameaçado do mundo. Aqui, apresentamos uma lista de espécies de anfíbios que ocorrem na região norte da Bacia do Alto Paraguai (BAP). A abrangência geográfica do estudo corresponde a seis municípios (Araputanga, Barra do Bugres, Indiavaí, Lambari D'Oeste, Porto Estrela e São José dos Quatro Marcos) localizados no planalto norte da BAP, estado de Mato Grosso, Brasil. Os registros de anfíbios foram obtidos a partir de espécimes depositados na coleção herpetológica do Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal (CELBE) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). De modo complementar,

utilizamos os registros de espécies presentes no *data set* de anfíbios para a BAP, de Neves et al. (2020). Foram registradas 53 espécies de anfíbios, distribuídas em 23 gêneros e nove famílias. O norte da Bacia contém 31% da riqueza de anfíbios conhecida para o estado de Mato Grosso e 47% das espécies que ocorrem em toda a BAP. Ressalta-se que 52% da riqueza foi contabilizada na coleção herpetológica do CELBE/UNEMAT, o que reforça a importância dessa estrutura como fonte de informações sobre biodiversidade regional e (inter)nacional. Há um desconhecimento sobre o status de ameaça para 20,68% das espécies aqui registradas, merecendo atenção uma vez que a Bacia do Alto Paraguai vem sofrendo forte pressão das atividades agropecuárias.

Palavras-chave: Anura, Bacia Hidrográfica, Coleção Científica, Planalto.

REPRESENTATION OF AMPHIBIANS IN THE HERPETOLOGICAL COLLECTION CELBE/UNEMAT FOR THE NORTHERN REGION OF THE UPPER PARAGUAY RIVER BASIN, BRAZIL

The diversity of amphibians in the Neotropics remains understudied and becomes a concern as these organisms correspond to the most threatened vertebrate group in the world. Here, we present a list of amphibian species that occur in the northern region of the Upper Rio Paraguay Basin (BAP). The geographic scope of the study corresponds to six municipalities (Araputanga, Barra do Bugres, Indiavaí, Lambari D'Oeste, Porto Estrela and São José dos Quatro Marcos) located in the northern Planalto of BAP, state of Mato Grosso, Brazil. Amphibian records were obtained from specimens deposited in the Coleção Herpetológica of the Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal (CELBE) of the Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Complementarily, we used the records of species present in the amphibian data set for the BAP, by Neves et al. (2020). Fifty-three species of amphibians were recorded, distributed in 23 genera and nine families. The north of the BAP contains 31% of the amphibian richness known for the state of Mato Grosso and 47% of the species that occur throughout the BAP. It is noteworthy that 52% of the wealth found here was accounted for in the CELBE/UNEMAT Herpetological Collection, reinforcing the importance of this structure as a source of information on regional and (inter)national biodiversity. There is a lack of knowledge about the degree of threat for 20.68% of the species in this northern region of the BAP, deserving attention since it has been under strong pressure from agricultural activities.

Key-words: Anuran; Hydrographic basin; Scientific Collection; Plateau.

Introdução

A região neotropical, delimitada do centro do México à Argentina, incluindo o Caribe (MORRONE, 2013), ainda apresenta grandes lacunas de conhecimento sobre sua biodiversidade que precisam ser preenchidas com urgência (Antonelli et al., 2018). Isso é especialmente verdadeiro para os anfíbios, que representam o grupo de vertebrados com o maior nível de ameaça do mundo, com pelo menos 41% das espécies consideradas ameaçadas (IUCN, 2023). Em uma situação ainda mais precária, quando comparados a outros grupos taxonômicos, os anfíbios se destacam com o maior déficit em estudos de conservação, em um cenário global (LAWLER et al., 2006), inclusive na América do Sul (CHRISTIE et al., 2020) e no Brasil (Campos et al., 2014).

O Brasil, com 1.223 espécies, apresenta a maior diversidade de anfíbios do mundo (SEGALLA et al., 2021, FROST et al., 2023), dividida entre as ordens Anura (1.179 espécies), Gymnophiona (39 spp.) e Caudata (5 spp.). Essa riqueza pode ser ainda maior, dado o crescente número de espécies descritas para o país recentemente, onde tem sido revelada alta diversidade críptica para diversos táxons (por exemplo, ÁVILA et al., 2020; DA SILVA et al., 2020; MAGALHÃES et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2020; FERRÃO et al., 2022a; FERRÃO et al., 2022b). Além disso, o Brasil também possui o maior número potencial de descobertas de novas espécies de anfíbios no mundo (MOURA et al., 2021). Nesse sentido, o conhecimento sobre o grupo no Brasil ainda está em construção e limitado pela grande extensão territorial dos estados, bem como pela escassez de recursos humanos, dificultando ações preventivas voltadas à conservação (SILVANO et al., 2005; SOUZA et al. 2017; SILVA et al. 2020).

Entre as regiões com conhecimento limitado sobre a diversidade de anfíbios no Brasil está a Bacia do Alto Paraguai (BAP), com uma extensão territorial superior a 548.000 km², dos quais 67% está no território brasileiro e o restante na Argentina, Bolívia e Paraguai (ALHO, 2005). No Brasil, a BAP está localizada nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e compreende a maior área úmida do mundo, o Pantanal (ALHO et al., 1998; ALHO, 2005). Para a BAP há 113 espécies de anfíbios conhecidas (NEVES et al., 2020), com 20% destas apresentando algum grau de ameaça (IUCN, 2022). A maior preocupação

é o processo de ocupação do solo que converteu grandes áreas de vegetação natural da BAP, principalmente para a pecuária e agricultura (ver Alho et al., 2019) e incêndios florestais (MATAVELI et al., 2021; TOMAS et al., 2021), designando um cenário de preocupação frente à deficiência dados disponíveis para conservação da fauna.

A agregação de dados de campo, literatura e coleções zoológicas fornece informações importantes em vários campos, como história natural, distribuição, ecologia, taxonomia e conservação da biodiversidade (ZAHER et al., 2003; MARINONI et al., 2010; VIVO et al., 2014; ROBERTO et al., 2016; SOUZA et al., 2017; NEVES et al., 2020; SILVA et al., 2020). Além disso, embasa a produção de listas de espécies que caracterizam a biodiversidade e fornece informações para orientar as decisões políticas sobre o manejo de áreas naturais (ETEROVICK et al., 2005; MCCALLUM, 2007; SILVEIRA et al., 2010; ANDRADE, 2015; SOUZA et al., 2017; SILVA et al., 2020; ÁVILA et al., 2021). Nesta perspectiva, buscamos apresentar a visão geral e uma lista de espécies de anfíbios para seis municípios da região norte da BAP, estado de Mato Grosso, Brasil.

Material e Métodos

Compilamos registros de anfíbios para o limite geográfico de seis municípios (Araputanga, Indiavaí, Lambari D'Oeste, São José dos Quatro Marcos, Barra do Bugres e Porto Estrela) do planalto norte da BAP, Mato Grosso, Brasil (Figura 1A). O clima da região conforme a classificação de Köppen é tropical Aw (inverno-seco) (ALVARES et al., 2014). A região é influenciada por dois importantes domínios morfoclimáticos: Cerrado (Barra do Bugres e Porto Estrela) e Amazônia (Araputanga, Indiavaí, Lambari D'Oeste, São José dos Quatro Marcos) (OLSON et al., 2001).

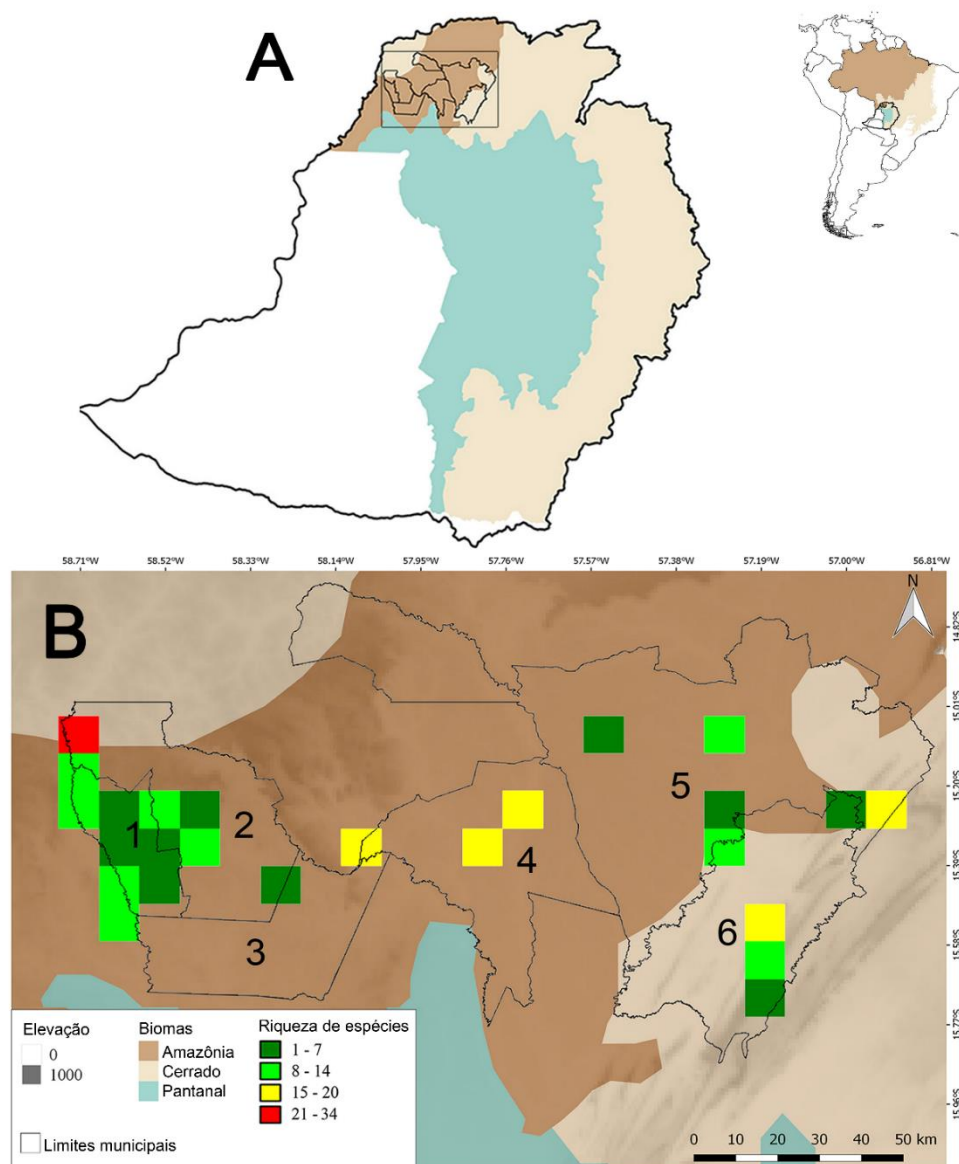


Figura 1. A – Mapa da Bacia do Alto Rio Paraguai com a abrangência geográfica dos municípios analisados. **B** – Distribuição da riqueza de anfíbios no planalto norte da Bacia do Alto Rio Paraguai, Mato Grosso, Brasil. Os quadrados estão projetados na resolução espacial de 0,1 grau decimal. 1 = Indiavaí; 2 = Araputanga; 3 = São José dos Quatros Marcos; 4 = Lambari D’Oeste; 5 = Barra do Bugres; 6 = Porto Estrela.

Figure 1. A – Geographical scope of the analyzed municipalities. **B** – Distribution of amphibian richness in the northern Planalto of the Upper Paraguay River Basin, Mato Grosso, Brazil. The squares are projected at a spatial resolution of 0.1 decimal degree. 1 = Indiavaí; 2 = Araputanga; 3 = São José dos Quatros Marcos; 4 = Lambari D’Oeste; 5 = Barra do Bugres; 6 = Porto Estrela.

A coleção Museu de Zoologia de Tangará da Serra (MZT) - Coleção Herpetológica, do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-

Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso, sediada no campus universitário de Tangará da Serra, foi transferida, no ano de 2018, para o Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal (CELBE), sediada no campus de Cáceres, estado de Mato Grosso, Brasil. Atualmente, a coleção encontra-se em fase de regularização e, portanto, o registro de alguns espécimes mantém a terminologia MZT.

Dois critérios de inclusão foram atribuídos para delimitar a abrangência geográfica do estudado, sendo: (1) apresentar espécimes depositados na coleção herpetológica do Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal (CELBE/MZT) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) em Cáceres; (2) Apresentar na coleção herpetológica CELBE/MZT uma riqueza superior a 10 espécies de anfíbios. Para complementar os dados, obtivemos registros de outras espécies utilizando o *data set* de Neves et al. (2020). Para as espécies de anfíbios registradas, adotamos a nomenclatura de Frost et al. (2023) e as espécies foram classificados quanto ao grau de ameaça de extinção conforme as avaliações da IUCN (2023).

A partir dos registros de anfíbios (veja Apêndice 1) utilizou-se o programa DIVA-GIS (HIJMANS et al., 2002) com o método Analysis/Point to Grid/Richness para plotar um mapa com grade de cores em que cada uma indica um intervalo do número de espécies por célula (Figura 1.B). Em seguida, usamos os pacotes *ggplot2* (WICKHAM, 2016), *tidyr* (WICKHAM et al., 2020) e *dplyr* (WICKHAM et al., 2015) no ambiente de programação R 3.6.0. (R Development Core Team, 2019), para gerar um gráfico de halteres (*Dumbbell plot*) ilustrando a substituição de espécie na direção Leste para Oeste ao longo das coordenadas de longitude, que consequentemente correspondem a transição do bioma Cerrado para Amazônia.

Resultados

Encontramos 53 espécies de anfíbios, distribuídas em 23 gêneros e nove famílias. Em relação ao total, 52% (N = 29) corresponde a espécies registradas na Coleção Herpetológica do CELBE/UNEMAT, com duas (*Leptodactylus elenae*

e *L. mystaceus*) exclusivas desta coleção (Tabela 1). As rãs *Physalaemus albonotatus* e *Chiasmocleis albopunctata* foram as únicas espécies com registro de depósito para todos os municípios avaliados.

As famílias com maior número de espécies foram Leptodactylidae (21) e Hylidae (19) na riqueza total, representando 69,5% do total de espécies para a porção norte da BAP, seguido de Bufonidae (6) e Microhylidae (3). As demais famílias foram representadas por apenas uma ou duas espécies (Tabela 1). Conforme a Lista Vermelha Internacional de Espécies Ameaçadas, 78% (43 spp.) dos anfíbios registrados apresentam como LC (Menos Preocupante), 14% (7) como DD (Dados Insuficientes) e 7% (4) como NE (Não Avaliada) (Tabela 1).

Quanto à substituição de espécies no gradiente longitudinal, observamos que a região norte da BAP concentra 15% das espécies características do domínio Amazônico (*Adenomera andreae*, *Boana boans*, *B. fasciata*, *Lithobates palmipes*, *L. cf. petersii*, *Proceratophrys strussmannae*, *Rhinella* gr. *Margaritifera* e *Scinax constrictus*) e 15% do domínio Cerrado (*Ameerega braccata*, *Dendropsophus elianeae*, *Elachistocleis corumbaensis*, *L. elenae*, *L. syphax*, *Oreobates heterodactylus*, *Pseudopaludicola saltica* e *R. scitula*), e as demais espécies (70%) ocorrendo em ambos os domínios (Figura 2).

Tabela 1. Anfíbios registrados para seis municípios do planalto norte da Bacia do Alto Paraguai, Mato Grosso, Brasil. De acordo com as avaliações da IUCN 2021: LC = Menos preocupante; NE = Não Avaliada; DD = Dados Insuficientes. Referência: A = Neves et al. (2020) e CELBE/MZT = Números de depósitos na coleção herpetológica do Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal.

Família/Espécies	IUCN	Municípios					
		Araputanga	Indiavaí	Lambari D'Oeste	São José dos Quatro Marcos	Barra do Bugres	Porto Estrela
Bufonidae							
<i>Rhaebo guttatus</i> (Schneider, 1799)	LC	A					A
<i>Rhinella major</i> (Müller & Hellmich, 1936)	NE					A	
<i>Rhinella</i> gr. <i>margaritifera</i> (Laurenti, 1768)	-	MZT 0111	MZT 0521	MZT 0508	MZT 0331		
<i>Rhinella mirandaribeiroi</i> (Gallardo, 1965)	NE					A	A
<i>Rhinella scitula</i> (Caramaschi & Niemeyer, 2003)	DD					CELBE A0141	CELBE A0496
<i>Rhinella diptycha</i> (Cope, 1862)	DD	MZT 0232	MZT 0715		MZT 0237	CELBE A0129	CELBE A0471
Dendrobatidae							
<i>Ameerega braccata</i> (Steindachner, 1864)	LC					A	A
Craugastoridae							
<i>Oreobates heterodactylus</i> (Miranda-Ribeiro, 1937)	DD						A
<i>Pristimantis dundeei</i> (Heyer & Muñoz, 1999)	DD	MZT 0495	MZT 0539				A
Hylidae							
<i>Boana albopunctata</i> (Spix, 1824)	LC	A				A	
<i>Boana boans</i> (Linnaeus, 1758)	LC	A					
<i>Boana fasciata</i> (Günther, 1858)	LC	A					
<i>Boana geographica</i> (Spix, 1824)	LC	A		A		A	
<i>Boana punctata</i> (Schneider, 1799)	LC	A		A			
<i>Boana raniceps</i> (Cope, 1862)	LC	A		A		CELBE A0502	CELBE A0449
<i>Dendropsophus elianeae</i> (Napoli & Caramaschi, 2000)	LC						A

<i>Dendropsophus melanargyreus</i> (Cope, 1887)	LC	A					A
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	LC	A				A	A
<i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1889)	LC	A			A		A
<i>Lysapsus limellum</i> Cope, 1862	LC	A				CELBE A0103	
<i>Osteocephalus taurinus</i> Steindachner, 1862	LC	A			MZT 0336		A
<i>Pseudis platensis</i> Gallardo, 1961	DD	A				A	
<i>Scinax fuscomarginatus</i> (Lutz, 1925)	LC				A		A
<i>Scinax fuscovarius</i> (Lutz, 1925)	LC	A	A	A		A	CELBE A0503
<i>Scinax nasicus</i> (Cope, 1862)	LC	MZT 0814	MZT 0471	A			CELBE A0453
<i>Scinax nebulosus</i> (Spix, 1824)	LC	A		A			
<i>Trachycephalus typhonius</i> (Linnaeus, 1758)	LC	A		A		CELBE A0462	CELBE A0480
Leptodactylidae							
<i>Adenomera andreae</i> (Müller, 1923)	LC	MZT 0102	MZT 0649		MZT 0289		
<i>Adenomera diptyx</i> (Boettger, 1885)	LC	A				CELBE A0090	
<i>Adenomera hylaedactyla</i> (Cope, 1868)	LC	MZT 0799	MZT 0019	A	MZT 0453		
<i>Leptodactylus elenae</i> Heyer, 1978	LC					CELBE A0110	
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	LC	MZT 0173		A		A	A
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i> (Spix, 1824)	LC	A			MZT 0236	CELBE A0137	A
<i>Leptodactylus macrosternum</i> Miranda-Ribeiro, 1926	LC	A		A	MZT 0255	A	CELBE A0472
<i>Leptodactylus mystaceus</i> (Spix, 1824)	LC	MZT 0227		MZT 0286	MZT 0494		
<i>Leptodactylus mystacinus</i> (Burmeister, 1861)	LC	MZT 0851		A			A
<i>Leptodactylus cf. petersii</i> (Steindachner, 1864)	LC	MZT 0226	MZT 0670				
<i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862)	LC	MZT 0225	MZT 0734	A	MZT 0404	CELBE A0107	CELBE A0500
<i>Leptodactylus syphax</i> Bokermann, 1969	LC			A			
<i>Lithodytes lineatus</i> (Schneider, 1799)	LC	MZT 0160	MZT 0640		MZT 0256	A	A
<i>Physalaemus albonotatus</i> (Steindachner, 1864)	LC	MZT 0130	MZT 0012	MZT 0424	MZT 0454		
<i>Physalaemus centralis</i> Bokermann, 1962	LC	A		A		CELBE A0152	CELBE A0445

<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	LC	A	MZT 0095	A	MZT 0621		A
<i>Physalaemus nattereri</i> (Steindachner, 1863)	LC	MZT 0193	MZT 0011	MZT 0299	MZT 0366	A	A
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope, 1887)	LC	A				A	A
<i>Pseudopaludicola ameghini</i> (Cope, 1887)	NE	A				A	
<i>Pseudopaludicola saltica</i> (Cope, 1887)	LC					A	
Microhylidae						A	A
<i>Chiasmocleis albopunctata</i> (Boettger, 1885)	LC	MZT 0107	MZT 0063	MZT 0443	MZT 0244		
<i>Dermatonotus muelleri</i> (Boettger, 1885)	LC		MZT 0076	A	MZT 0447	CELBE A0119	CELBE A0491
<i>Elachistocleis corumbaensis</i> Piva, Caramaschi & Albuquerque, 2017	NE					CELBE A0132	CELBE A0504
Odontophrynidae							
<i>Proceratophrys strussmannae</i> (Ávila, Kawashita-Ribeiro & Morais, 2011)	DD	MZT 0128	MZT 0434				
Phyllomedusidae							
<i>Pithecopus azureus</i> (Cope, 1862)	DD	A	MZT 0671	MZT 0555	MZT 0561	A	A
Ranidae							
<i>Lithobates palmipes</i> (Spix, 1824)	LC	A					

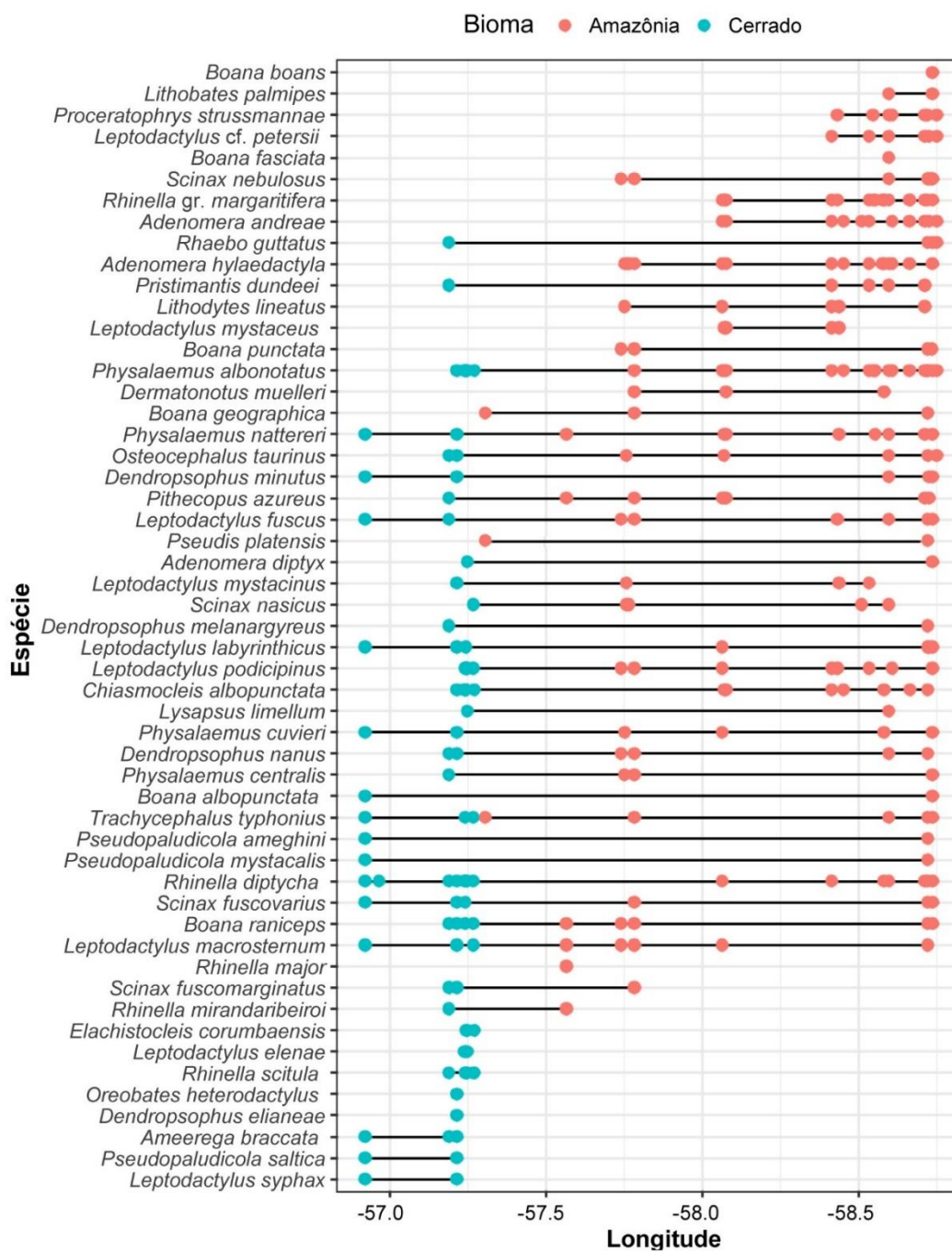


Figura 2. Substituição de espécies de anfíbios ao longo das coordenadas de longitude no planalto norte da Bacia do Alto Rio Paraguai, Mato Grosso, Brasil.

Figure 2. Species substitution of amphibians along the longitude coordinates in the northern plateau of the Upper Paraguay River Basin, Mato Grosso, Brazil.

Discussão

Hylidae e Leptodactylidae representam as famílias com maior número de espécies na região norte da BAP. Isso também é frequentemente observado em outras regiões do Brasil (BRASILEIRO et al. 2005, BERNARDE et al. 2007, BITAR et al. 2012, NEVES et al. 2019, ARAÚJO et al. 2020) e em outras regiões da BAP (PANSONATO et al., 2011; DORADO-RODRIGUES et al., 2015; VALÉRIO et al, 2016; SOUZA et al., 2017; NEVES et al., 2020). Provavelmente, isso está associado à grande diversidade dessas famílias no país (ver Segalla et al., 2021). A riqueza de anfíbios para o estado de Mato Grosso corresponde a 171 espécies (ÁVILA et al. 2021) e 113 para toda a BAP (NEVES et al., 2020), e 31% e 47% desse total correspondem à região norte da BAP.

Três municípios do planalto norte da BAP (Araputanga, Barra do Bugres e Porto Estrela) que estão localizados em zonas de transição entre a Amazônia e Cerrado (GOMES et al., 2001), também apresentaram maior riqueza de espécies de anfíbios. Essa maior riqueza pode estar relacionada ao fato de que ambientes de transição, devido à heterogeneidade na sua estrutura, podem oferecer segregação no uso de recursos e suportar espécies de anfíbios com distintos requerimentos ambientais (MATAVELLI et al., 2019). A heterogeneidade ambiental é reconhecida como uma das principais variáveis influenciadoras de ampla diversidade de anfíbios (HAZELL et al., 2001; VALLAN, 2002).

Dentre os registros, 52% foram fornecidos por espécimes depositados na Coleção Herpetológica do CELBE/UNEMAT. Embora esta coleção não tenha sido consultada em compilações anteriores sobre espécies de anfíbios na BAP (ver NEVES et al. 2020), ela representa uma importante fonte pública de dados faunísticos e, portanto, deve ser considerada em estudos futuros. Documentos de dados como este, aqui apresentado, agilizam a disseminação de fontes confiáveis de informação sobre biodiversidade e são adequados para uso em políticas públicas (CHAVAN et al., 2011; MOURA et al., 2022). Pelo fato da maioria das espécies de anfíbios já registradas para a BAP serem provenientes de coleções zoológicas (ver NEVES et al. 2020, presente estudo), ressaltamos a importância dessas estruturas físicas, gerando informações para diversos

setores da ciência e da sociedade. Essas coleções contribuem diretamente para aspectos de taxonomia e sistemática tradicional, história natural, segurança, saúde pública e monitoramento de mudanças ambientais (SUAREZ et al., 2004; MOURA et al., 2022).

Vale ressaltar que embora nenhuma das espécies registradas neste estudo, esteja ameaçada de extinção, segundo a IUCN (2021), oito (13%) são avaliados como dados insuficientes (DD) e quatro (7%) como não avaliadas (NE). Além das espécies consideradas ameaçadas, é necessário atentar-se para àquelas com *status* classificado como DD, pois podem estar ameaçadas, mas desprotegidas pela legislação (HADDAD, 2008). A forte conversão de ambientes naturais em sistemas agropecuários na BAP e na maioria dos municípios avaliados representa uma preocupação importante (Alho et al., 2019; SILVA et al., 2022), uma vez que são as principais ameaças aos anfíbios brasileiros (ICMBIO, 2018). Apesar disso, para 20,68% das espécies que ocorrem no norte da BAP não se tem informações sobre o grau de ameaça, dificultando a designação de medidas de conservação.

Reconhecimento

Agradecemos aos projetos e bolsas que tornaram esta pesquisa possível: à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo financiamento do projeto intitulado Erosão da Biodiversidade na Bacia do Alto Paraguai: Impactos do Uso da Terra na Estrutura da Vegetação e Comunidade de Vertebrados Terrestres e Aquáticos (Edital Nº 037/2016 – Redes de Pesquisa em Mato Grosso – Processo Nº 589188/2016), bolsa de assistência técnica (FAPEMAT.0195027/2021) concedida a Eder C. Fermiano e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), código de financiamento 001 e portaria nº 206/2018, pela bolsa concedida ao doutorando Vancleber D. Silva -Alves (CAPES.88887.511477/2020-00).

Referências

ALHO, C. J. R. The Pantanal. In: FRASER, L.H.; KEDDY, P. A. (Ed.). **The world's largest wetlands. Ecology and Conservation**. Nova York: Cambridge University Press. 2005. p.203–271.

ALHO, C. J. R.; LACHER-JR, T. E.; GONÇALVES, H. C.. Environmental degradation in the Pantanal ecosystem. **Bioscience**, v. 38, n. 03, p. 164–171, 1988. DOI: <https://doi.org/10.2307/1310449>.

ALHO, C. J. R.; MAMED, S. B.; BENITES, M.; ANDRADE, B. S.; SEPÚLVEDA, J. S. O. Threats to the biodiversity of the Brazilian Pantanal due to land use and occupation. **Ambiente & Sociedade**, v. 22. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc201701891vu2019L3AO>.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G.. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711–728. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ANDRADE, E. B.. Amphibians: why preserve? **Entomology, Ornithology & Herpetology**, v. 5, n. 1, p.1–2. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4172/2161-0983.1000e114>

ANTONELLI, A.; ARIZA, M.; ALBERT, J.; ANDERMANN, T.; AZEVEDO, J.; BACON, C.; FAURBY, S.; GUEDES, T.; HOORN, C.; LOHMANN, L. G.; MATOS-MARAVÍ, P.; RITTER, C. D.; SANMARTÍN, I.; SILVESTRO, D.; TEJEDOR, M.; TER STEEGE, H.; TUOMISTO, H.; WERNECK, F. P.; ZIZKA, A.; EDWARDS, S. V.. Conceptual and empirical advances in Neotropical biodiversity research. **PeerJ** v. 6, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.5644>

ARAÚJO, K. C.; ANDRADE, E. B.; BRASILEIRO, A. C.; BENÍCIO, R. A.; SENA, F. P.; SILVA, R. A.; SANTOS, A. J. S.; COSTA, C. A.; ÁVILA, R. W.. Anurans of Sete Cidades National Park, Piauí state, northeastern Brazil. **Biota Neotropica**. v. 20, n. 4. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2020-1061>

ÁVILA, R. W.; MORAIS, D. H.; MAFFEI, F.; PANSONATO, A.; KAWASHITA-RIBEIRO, R. A.; RODRIGUES, D. J.; STRUSSMAN, C.. Herpetofauna de Mato Grosso. Volume I: Anfíbios. Curitiba, Editora CRV, 2021.

ÁVILA, R. W.; MORAIS, D. H.; PEREZ, R.; PANSONATO, A.; DE CARVALHO, V. T.; ROJAS, R. R.; GORDO, M.; FARIAS, I. P.. A new species of the *Rhinella margaritifera* (Laurenti 1768) species group (Anura, Bufonidae) from southern Brazilian Amazonia. **Zootaxa**, v. 4868, n. 3, p.368-388. 2020. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4868.3.3>

BERNARDE, P. S.. Ambientes e temporada de vocalização da anurofauna no Município de Espigão do Oeste, Rondônia, Sudoeste da Amazônia: Brasil (Amphibia: Anura). **Biota Neotropica**. n. 7. v. 2, p.87–92. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032007000200010>

BITAR, Y. O. C.; PINHEIRO, L. P. C.; ABE, P. S.; SANTOS-COSTA, M. C.. Species composition and reproductive modes of anurans from a transitional Amazonian forest, Brazil. **Zoologia**. Curitiba. v. 29, n. 1, p.19–26. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-46702012000100003>

BRASILEIRO, C. A.; SAWAYA, R. J.; KIEFER, M. C.; MARTINS, M.. Amphibians of an open Cerrado fragment in southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, p.1–17. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032005000300006>

CAMPOS, F. S.; BRITO, D.; SOLÉ, M.. Diversity patterns, research trends and mismatches of the investigative efforts to amphibian conservation in Brazil. In: Academia Brasileira De Ciências, **Anais**. v. 86, p.1873–1886. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420140170>

CHAVAN, V.; PENEV, L.. The data paper: A mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. **BMC Bioinformatics**. v. 12, n. 15, p.1–12. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2105-12-S15-S2>

CHRISTIE, A. P.; AMANO, T.; MARTIN, P. A.; PETROVAN, S. O.; SHACKELFORD, G. E.; SIMMONS, B. I.; SMITH, R. K.; WILLIAMS, D. R.; WORDLEY, C. F. R.; SUTHERLAND, W. J. 2020. The challenge of biased evidence in conservation. **Conservation Biology**, 2020. v. 35, n. 1, p.249–262. DOI: <https://doi.org/10.1111/cobi.13577>

DA SILVA, L.; MAGALHÃES, F.; THOMASSEN, H.; LEITE, F.; GARDA, A.; BRANDÃO, R.; HADDAD, C.; GIARETTA, A.; DE CARVALHO, T.. Unraveling the species diversity and relationships in the *Leptodactylus mystaceus* complex (Anura: Leptodactylidae), with the description of three new Brazilian species. **Zootaxa**, v. 4779, n. 2, p.151–189, 2020. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4779.2.1>

DORADO-RODRIGUES, T. F.; LAYME, V. M. G.; SILVA, F. H. B.; NUNES DA CUNHA, C.; STRÜSSMANN, C.. Effects of shrub encroachment on the anuran community in periodically flooded grasslands of the largest Neotropical wetland. **Austral Ecology**, v. 40, n. 5, p.547–557. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/aec.12222>

TEROVICK, P. C.; CARNAVAL, A. C. O. Q.; BORGES-NOJOSA, D. M.; SILVANO, D. L.; SEGALLA, M. V.; SAZIMA, I.. Amphibian declines in Brazil: an overview. **Biotropica**, n. 37 v. 2, p.166–179, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.00024.x>

FERRÃO, M., HANKEN, J., LIMA, A.P.. A new nurse frog of the *Allobates tapajos* species complex (Anura: Aromobatidae) from the upper Madeira River, Brazilian Amazonia. **PeerJ**, v. 10, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.13751>

FERRÃO, M.; SOUZA, R. A.; COLATRELI, O. P.; HANKEN, J.; LIMA, A. P.. Hidden in the litter: cryptic diversity of the leaf-litter toad *Rhinella castaneotica-proboscoidea* complex revealed through integrative taxonomy, with description of a new species from south-western Amazonia. *Systematics and Biodiversity*, v. 20, n. 1, p.1–14. 2022b. DOI: <https://doi.org/10.1080/14772000.2022.2039317>

FROST, D. R.. 2023. Amphibian Species of the World. **American Museum of Natural History**. New York, USA. DOI: 10.5531/db.vz.0001

GOMES, M. A. V.; SANTOS M. V.. Aspectos das formações vegetais/ uso e ocupação do solo – Folha MIR-387 – Barra do Bugres – Memória técnica. Relatório Técnico. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN), Mato Grosso. p. 57. 2001.

HADDAD, C. F. B.. Anfíbios: uma análise da Lista Brasileira de Anfíbios Ameaçados de Extinção. In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA,

A. P. (Ed.), Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Fundação Biodiversitas 2008. p. 287–330.

HAZELL, D.; CUNNINGHAM, R.; LINDENMAYER, D.; MACKEY, B.; OSBORNE, W.. Use of farm dams as frog habitat in an Australian agricultural landscape: factors affecting species richness and distribution. **Biological Conservation**, v. 102, n. 2, p.155-169, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00096-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00096-9)

HIJMANS, R. J.; GUARINO, L.; CRUZ, M.; ROJAS, E.. Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA-GIS. **Plant Genetic Resources Newsletter**, n. 127, p.15–19. 2001.

ICMBio. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume V – Anfíbios. Brasília: ICMBio/MMA. 2018. p. 128

IUCN. 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>

LAWLER, J. J.; AUKEMA, J. E.; GRANT, J. B.; HALPERN, B. S.; KAREIVA, P.; NELSON, C. R.; OHLETH, K.; OLDEN, J. D.; SCHLAEPFER, M. A.; SILLIMAN, B. R.; ZARADIC, P.. Conservation science: a 20-year report card. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 4, n. 9, p.473–480. 2006. DOI: [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2006\)4\[473:CSAYRC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2006)4[473:CSAYRC]2.0.CO;2)

MAGALHÃES, F. M.; LYRA, M. L.; CARVALHO, T. R.; BALDO, D.; BRUSQUETTI, F.; BURELLA, P.; COLLI, G. R.; GEHARA, M. C.; GIARETTA, A. A.; HADDAD, C. F. B.; LANGONE, J. A.; LÓPEZ, J. A.; NAPOLI, M. F.; SANTANA, D. J.; SÁ, R. O.; GARDA, A. A.. Taxonomic review of South American Butter Frogs: Phylogeny, geographic patterns, and species delimitation in the *Leptodactylus latrans* species group (Anura: Leptodactylidae). **Herpetological Monographs**, v. 34, n. 1, p.131–177. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1655/HERPMONOGRAPHS-D-19-00012>

MARINONI, L.; PEIXOTO, A. L.. As coleções biológicas como fonte dinâmica e permanente de conhecimento sobre a biodiversidade. *Ciência e Cultura*, v. 62, n. 3, p.54–57. 2010.

MATAVELI, G. A. V.; PEREIRA, G.; OLIVEIRA, G.; SEIXAS, H. T.; CARDOZO, F. S.; SHIMABUKURO, Y. E.; KAWAKUBO, F. S.; BRUNSELL, N. A.. 2020 Pantanal's widespread fire: short- and long-term implications for biodiversity and conservation. *Biodiversity and Conservation*. v. 30, n. 11, p.3299–3303, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02243-2>

MATAVELLI, R.; CAMPOS, A. M.; SANTOS, C. L.; ANDRADE, G. V.. Anuran community in a Neotropical natural ecotone. **Herpetology Notes**, v. 12, p.1145–1156. 2019.

MCCALLUM, M. L.. Amphibian Decline or Extinction? Current Declines Dwarf Background Extinction Rate. **Journal of Herpetology**, v. 41, n. 3, p.483–491, 2007. DOI: [https://doi.org/10.1670/0022-1511\(2007\)41\[483:ADOECD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1670/0022-1511(2007)41[483:ADOECD]2.0.CO;2)

MORRONE, J. J.. Cladistic biogeography of the Neotropical region: identifying the main events in the diversification of the terrestrial biota. **Cladistics**, v. 30 n. 2, p.202–214, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/cla.12039>

MOURA, M. R.; JETZ, W.. Shortfalls and opportunities in terrestrial vertebrate species discovery. **Nature Ecology & Evolution**, v. 5 n. 5, p.631–639, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01411-5>

MOURA, M. R.; COSTA, H. C.; ABEGG, A. D.; ALAMINOS, E.; ANGARITA-SIERRA, T.; AZEVEDO, W. S.; CABRAL, H.; CARVALHO, P.; CECHIN, S.; CITELI, N.; DOURADO, Â. C. M.; DUARTE, A. F. V.; FRANÇA, F. G. R.; FREIRE, E. M. X.; GARCIA, P. C. A.; MOL, R.; MONTERO, R.; MORAES-DA-SILVA, A.; PASSOS, D. C.; PASSOS, P.; PEREZ, R.; PLEGUEZUELOS, J. M.; PRADO, P.; PRUDENTE, A. L. C.; SALES, R. F. D.; SANTANA, D. J.; SANTOS, L. C.; SILVA, V.T.C.; SUDRÉ, V.; TORRES-CARVAJAL, O.; TORRES-RAMIRE, J. J.; WALLACH, V.; WINCK, G. R.; GUEDES, J. J. M.. Unwrapping broken tails: Biological and environmental correlates of predation pressure in limbless reptiles. **Journal of Animal Ecology**, p.1–14, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13793>

NEVES, M. O.; CABRAL, H.; PEDROZO, M.; FERREIRA, V. L.; MOURA, M.; SANTANA, D. J.. Dataset of occurrences and ecological traits of amphibians from Upper Paraguay River Basin, central South America. **Nature Conservation**, v. 41, p.71–89, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3897/natureconservation.41.54265>

NEVES, M. O.; YVES, A.; PEREIRA, E. A.; ALVES, L.; VASQUES, J. B.; COELHO, J. F. T.; SILVA, P. S.. Herpetofauna in a highly endangered area: The Triângulo Mineiro region, in Minas Gerais State, Brazil. **Herpetozoa**, v. 32, p.113–123, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3897/herpetozoa.32.e35641>

OLIVEIRA, E. A.; SILVA, L. A.; SILVA, E. A. P.; GUIMARÃES, K. L. A.; PENHACEK, M.; MARTÍNEZ, J. G.; RODRIGUES, L. R. R.; SANTANA, D. J.; HERNÁNDEZ-RUZ, E. J.. Four new species of *Pristimantis* Jiménez de la Espada, 1870 (Anura: Craugastoridae) in the eastern Amazon. **PLOS ONE**, v. 15, n. 11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243182>

OLSON, D. M.; DINERSTEIN, E.; WIKRAMANAYAKE, E. D.; BURGESS, N. D.; POWELL, G. V. N.; UNDERWOOD, C. E.; D'AMICO, J. A.; ITOUA, I.; STRAND, H. E.; MORRISON, J. C.; LOUCKS, C. J.; ALLNUTT, T. F.; RICKETTS, T. H.; KURA, Y.; LAMOREUX, J. F.; WETTENGEL, W. W.; HEDAO, P.; KASSEM, K. R.. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth. *BioScience*, v. 51 n. 11, p.933–938, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019

SEGALLA, M. V.; BERNECK, B.; CANEDO, C.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GARCIA, P. C. A.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; LOURENÇO, A. C. C.; MÂNGIA, S.; MOTT, T.; NASCIMENTO, L. B.; TOLEDO, L. F.; WERNECK, F. P.; LANGONE, J. A.. Brazilian Amphibians: List of Species. **Herpetologia Brasileira**, n. 10, v. 1, p.121–216, 2021.

SILVA, D. J.; PALMEIRIM, A. F.; SANTOS-FILHO, M.; SANAIOTTI, T. M.; PERES, C. A.. Habitat Quality, Not Patch Size, Modulates Lizard Responses to Habitat Loss and Fragmentation in the Southwestern Amazon. **Journal of Herpetology**, n. 56 v. 1, p.75–83, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1670/20-145>

SILVA, L. A.; CARVALHO, P. S.; PEREIRA, E. A.; FADEL, R. M.; DANTAS, S. P.; BRANDÃO, R. A.; SANTANA, D. J.. Richness, diversity patterns, and taxonomic notes of amphibians from the Tocantins state. **Biota Neotropica**, n. 20, v. 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0838>

SILVANO, D. L.; SEGALLA, M. V.. Conservação de anfíbios no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 79-86, 2005.

SILVEIRA, L. F.; BEISIEGEL, B. M.; CURCIO, F. F.; VALDUJO, P. H.; DIXO, M.; VERDADE, V. K.; MATTOX, G. M. T.; CUNNINGHAM, P. T. M.. Para que servem os inventários de fauna?. **Estudos Avançados**. n. 24, v 68, p.173–207, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100015>

SOUZA, F. L.; PRADO, C. P. A.; SUGAI, J. L. M. M.; FERREIRA, V. L.; AOKI, C.; LANDGREF-FILHO, P.; STRÜSSMANN, C.; ÁVILA, R. W.; RODRIGUES, D. J.; ALBUQUERQUE, N. R.; TERRA, J.; UETANABARO, M.; BÉDA, A. F.; PIATTI, L.; KAWASHITA-RIBEIRO, R. A.; DELATORRE, M.; FAGGIONI, G. P.; DEMCZUK, S. D. B.; DULEBA, S.. Diversidade de anfíbios do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia Série Zoologia**, n. 107, p.1–10, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017152>

SUAREZ, A. V.; TSUTSUI, N. D.. The Value of Museum Collections for Research and Society. **BioScience**. v. 54, n. 1, p.66–74. DOI: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0066:TVOMCF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0066:TVOMCF]2.0.CO;2)

TOMAS, W. M.; BERLINCK, C. N.; CHIARAVALLOTI, R. M.; FAGGIONI, G. P.; STRUSSMANN, C.; LIBONATI, R.; ABRAHÃO, C. R.; ALVARENGA, G. V.; A. E. F.; BATISTA, F. R. Q.; BORNATO, T. S.; CAMILO, A. R.; CASTEDO, J.; FERNANDO, A. M. E.; DE FREITAS, G. O.; GARCIA, C. M.; GONÇALVES, H. S.; GUILHERME, M. B. F.; LAYME, V. M. G.; LUSTOSA, A. P. G.; OLIVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, M. R.; PEREIRA, A. M. M.; RODRIGUES, J. A.; SEMEDO, T. B. F.; SOUZA, R. A. D.; TORTATO, F. R.; VIANA, D. F. P.; VICENTE-SILVA, L.. Counting the dead: 17 million vertebrates directly killed by the 2020's wildfires in the Pantanal wetland, Brazil. **Scientific reports**, v. 11, p.1–16, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02844-5>

VALLAN, D.. Effects of anthropogenic environmental changes on amphibian diversity in the rain forests of eastern Madagascar. **Journal of tropical ecology**, v. 18, n. 5, p.725-742, 2002.

VALÉRIO, L. M.; DORADO-RODRIGUES, T. F.; CHUPEL, T. F.; PENHA, J. P.; STRÜSSMANN, C.. Vegetation structure and hydroperiod affect anuran composition in a large neotropical wetland. *Herpetologica*, v. 72, n. 3, p.181–188, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1655/Herpetologica-D-14-00069.1>

VIVO, M. D.; SILVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, F. O.. Reflexões sobre coleções zoológicas, sua curadoria e a inserção dos museus na estrutura universitária

brasileira. **Arquivos de Zoologia**, v. 45, p.105–113. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2176-7793.v45iespp105-113>

WICKHAM, H.; FRANCOIS, R.. Dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R Package Version 0.4.3. <http://CRAN.R-project.org/package=dplyr>. 2015

WICKHAM, H.; HENRY, L.. 2020. tidyr: Tidy Messy Data R Package Version 1.0.2. <https://CRAN.R-project.org/package=tidyr>

WICKHAM, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. New York: Springer-Verlag. New York: 2016. p. 213

ZAHER, H.; YOUNG, P. S.. As coleções zoológicas brasileiras: panorama e desafios. **Ciência e Cultura**. v. 55, n. 3, p.24–26, 2003.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região norte da Bacia Alto Paraguai possui riqueza de 67 espécies de anfíbios, que representa 35% da riqueza conhecida para o estado de Mato Grosso e 59% das espécies que ocorrem em toda a BAP. Segunda a classificação da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), há um desconhecimento sobre o grau de ameaça de cerca de 20% das espécies que ocorrem na região norte da BAP.

As assembleias de planalto foram funcional e filogeneticamente mais diversas, enquanto as assembleias de planície foram mais semelhantes em ambos os aspectos, provavelmente devido à forte influência da dinâmica de inundação que limita a ocorrência de várias espécies nesta região do Pantanal. O município de Cáceres se destacou como uma das áreas mais ricas em espécies para a região norte do Pantanal, assim como para regiões não florestadas do Brasil. Identificamos por compilações de dados, que os anfíbios do norte da Bacia do Alto Paraguai apresentam uma importante riqueza para região, porém diversas espécies ainda apresentam poucas informações para avaliação do seu *status* de conservação. Cerca de metade dos registros de riqueza para o norte da Bacia do Alto Paraguai resultaram de coleções herpetológicas (zoológicas). Ressaltamos a importância dessas estruturas como fonte de informações sobre biodiversidade regional e (inter)nacional.

O norte da Bacia do Alto Paraguai vem sofrendo forte pressão das atividades agropecuárias, e estudos ainda são necessários para compreendermos melhor a situação da diversidade e conservação de anfíbios nessa região frente às alterações ambientais. Destacamos o planalto de entorno como fonte de diversidade de anfíbios para região e ressaltamos a necessidade de medidas conservacionistas direcionadas a esses ambientes, devido serem a porção mais atingida historicamente pela demanda socioeconômica e serem cruciais para manutenção da maior área úmida do mundo, o Pantanal. Por fim, fornecemos uma base importante para futuras estratégias de conservação e avaliações de espécies de anfíbios, como em casos de possíveis declínios populacionais e ameaças futuras.